

(Arch. civ. 710)

109

i

Das
System Monier

Eisengerippe

mit

Cementumhüllung



4^o a. civ.

109ⁱ

Wayss

Das System Monier

(Eisengerippe mit Cementschüttung)

in seiner Anwendung

auf

das gesammte Bauwesen.

Unter Mitwirkung namhafter Architekten und Ingenieure

herausgegeben von

G. A. Wayss

Ingenieur

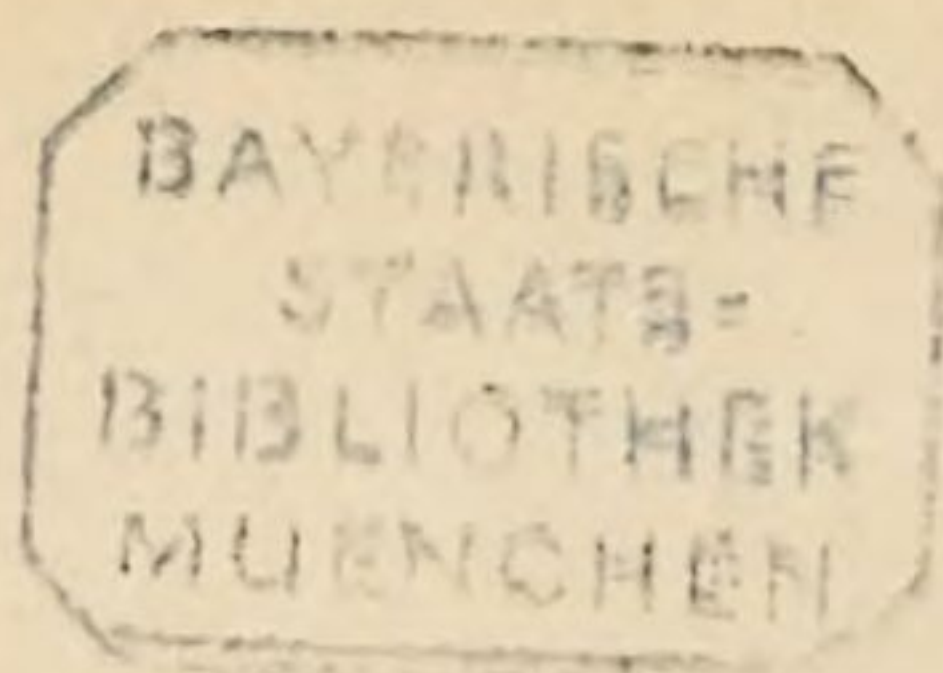
Inhaber des Patentes „Monier“

Berlin N.W., Alt-Moabit 97.

Berlin 1887.

Druck von A. Seydel & Cie., Friedrichstrasse 178.

L. Habington
G. n. 419.



INHALTS-UEBERSICHT.

I. Abschnitt.

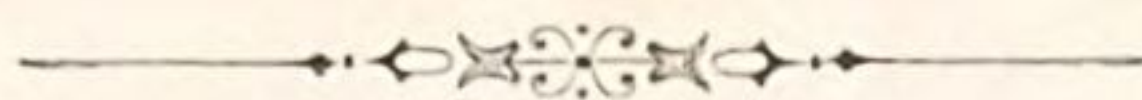
	Seite
Allgemeine Abhandlung über die Monier'sche Bauweise	1—72
Geschichtliches	1
A. Die Eigenschaften der Cement-Eisen-Konstruktionen.	
Einwendungen gegen die Verbindung von Cement und Eisen	2—4
Widerlegung der Einwendungen und Versuch einer wissenschaftlichen Begründung der gemachten Erfahrungen	4—8
Vorthelle der Bauweise in Cement und Eisen	8—18
1. Dauerhaftigkeit	8—9
2. Grosse Tragfähigkeit bei geringem Eigengewicht	9—10
3. Raumersparniss	10
4. Ersparniss an Widerlagern und Verankerungen	10
5. Schnelligkeit der Ausführung ohne Schädigung der Solidität	10—11
6. Billigkeit der Bauweise in Cement und Eisen und Nachweis dafür durch einige Vergleichsrechnungen	11—16
7. Hygienischer Vorzug der Monier-Decken und -Fussböden	16—18
Ueber die „schlechten“ Eigenschaften des Cementes und die künstlerischen Anforderungen an die Cement-Eisen-Verbindungen.	
(Das „System Monier“ in seiner Brauchbarkeit für den Schönbau)	18—24
1. Behandlung der Cementoberfläche	19—20
2. Ueber die Bemalung von Monier-Wänden, -Stützen und -Decken	20—23
3. Ueber die Bekleidung von Cementflächen mit Gips- und Stuckornamenten	23
4. Ueber die leichte Formgebung der Cement-Eisen-Konstruktionen	23—24
Das „System Monier“ in seiner Anwendung auf das Ingenieurbauwesen (Allgemeine Abhandlung)	24—26
B. Theorie der Monier-Konstruktionen	27
1. Monier-Platten, beliebig belastet	27—28
2. Monier-Gewölbe für gleichmässig vertheilte Belastung, ganz und einseitig.	
a. Kappengewölbe	28—31
b. Kuppelgewölbe	31—33
3. Cylindrische Röhren mit innerem und äusserem Normaldruck	33
4. Freistehende cylindrische Wasserbehälter	33—34
C. Praktische Versuche, auf welche die Theorie der Monier-Konstruktionen und die wissenschaftliche Widerlegung der Einwendungen gegen die Vereinigung von Eisen mit Cement sich stützt	35—67
(Abdruck amtlicher Protokolle über die Versuche an Probe-Objekten aus Cement und Eisen).	
1. Resultate der Belastungsproben in Berlin an Platten und Gewölben aus Cementbeton mit und ohne Eiseneinlage, an Monier-Wänden und -Röhren	37—52
2. Belastungsergebnisse eines Versuches in Wien für den Stollen der Wiener-Neustädter Tiefquellen-Wasserleitung	52—55

	Seite
3. Protokoll über die Versuche in Breslau in Bezug auf Tragfähigkeit	56—58, 62—63
— — Feuerfestigkeit	58—60, 64
— — Widerstandsfähigkeit gegen Stoss	61
— — Das Verhalten des Cementes und Eisens zu einander . .	60—64
4. Vergleichende Feuerprobe an einer Trägerwellblech- und einer Monier-Decke	65—67
D. Ableitungen aus der Theorie und den praktischen Versuchen	68—72
1. Tabelle der Plattenstärken und der Gewichte	68—71
2. Tabelle der Gewölbestärken	72

II. Abschnitt.

Darstellung und Beschreibung der einzelnen Monier-Konstruktionen und Beispiele aus der Praxis.

1. Hochbaubereich	72—111
A. Gerade Decken	72—81
B. Gewölbte Decken	82—87
1. Belastete Gewölbe in einfacher Konstruktionsform . .	82—83
2. Unbelastete Gewölbe als dekorative Raumabschlüsse . .	83—87
C. Dächer	87—92
D. Kellerfussböden und Sicherungen gegen Grundwasser . . .	92
E. Wände	93
1. Scheidewände	93—95
2. Umfassungswände auf Eisenfachwerk	95—96
3. Selbstständige Moniermauern aus Hohlsteinen	96—99
4. In sich geschlossene Wand mit Decke	100
F. Thür- und Fenstersturze	101—102
G. Säulen und Säulenummantelungen	102—103
H. Treppen und abgetreppte Sitzreihen	103—107
J. Zusammengesetzte Konstruktionen, dargestellt in dem Entwurf zu einem Fabrikgebäude mit shedförmigem Dachlicht	107—111
2. Ingenieurbaubereich	111—120
A. Brücken mässiger Spannweite	112
B. Fusswege und Fahrbahnen auf Brücken grösster Spannweite .	112—113
C. Schleusenthore und Sperrvorrichtungen der Wehre	113
D. Kanäle und Rohrleitungen	113
E. Einrichtungen städtischer Kanalisation	113—115
F. Brunnen und sonstige Einrichtungen für die Wasserversorgung	115—117
G. Gasometer-Behälter	118—120
3. Gewerbliche und landwirthschaftliche Einrichtungen	120—122
Filtrir-Bassin und Bleich-Holländer	120—121
Getreide-Behälter (Silo)	122
4. Anhang: Aufnahmen nach der Natur von einigen Bauausführungen und Anlagen nach Monier's System, hauptsächlich aus dem Ingenieurbaubereich	123—128





Anwendungsgebiet des Monier'schen Systems.

Die Ausführungen in **Cement mit Eiseneinlage**, für das deutsche Reich unter No. 14673 patentirt, sind zu verwenden:

I. Im **Hochbau** zur Herstellung einzelner Bautheile und ganzer Gebäude, als:

1. Kellerdichtungen und wasserdichte unverbrennliche Fussböden in oberen Stockwerken, — Heiz- und Lüftungs-Kanäle im Grundwasserterrain — Fussboden-Heizanlagen.
2. Ebene und gewölbte Decken für jede Spannweite und Belastung und jede Dekorationsform — feuerfest bei Bränden ober- oder unterhalb — und nicht tropfend.
3. Dünne, feuerbeständige, sich freitragende Wände, auch in winkliger Form standfest und ausführbar zur Aufnahme von Deckenlast. — Leichte wärme- und schalldichte Hohlsteinmauern. — Grade Thür- und Fenstersturze.
4. Feuerfeste Thüren und Fensterläden.
5. Säulen, Säulenummantelungen und unentzündbare, Hitze und Feuchtigkeit abhaltende Bekleidungen aller eisernen und hölzernen Konstruktionstheile.
6. Leichte feuerfeste Treppen und Podeste zu freitragenden Steintreppen.
7. Ganze Dacheindeckungen sammt Dachtraufen, Rinnen und Abfallröhren. — Feuerfeste und wasserdichte Unterdecken für Schiefer und Holzcement. — Dachplatten zur Isolirung der Schornsteine in brennbaren Dächern. — Sheddächer besonders brandfester Konstruktion.
8. Haltbare Hohlgesimse.
9. Feuersichere und schwer zu durchbrechende Auskleidungen von Kassen- und Archivanlagen.
10. Einrichtungen für Wasch- und Badeanstalten: Dünne trockene Scheidewände, Schwimmbassins, Badewannen, Wasserreservoirs.

11. Leicht sauber zu haltende und zu desinfizierende Operationssäle.
— Ganze Lazarethbaracken.
12. Standfeste, gegen Grundluft und Ungeziefer schützende Bauanlagen in vulkanischen und tropischen Gegenden.
13. Beläge von Höfen, Terrassen, Trottoirs u. s. w.
14. Dauerhafte und undurchsichtige Einfriedigungen mit wirkungsvoller Ausbildung der freien Endigung.
15. Springbrunnenbecken, Aquarien-Behälter u. A.

II. Im **Tiefbau** und dem übrigen Gebiet des Bauingenieurwesens.

1. Rohrleitungen für Gas- und Wasserversorgung, Kanalisation und Drainage. — Druckrohrleitungen jeder Spannung und Abmessung.
2. Brunnenstollen und Vertheilungsschächte. — Gullys.
3. Wasser- und Gasometer-Behälter, Wasserthürme.
4. Reinigungs- und Theergruben.
5. Eisenbahn-, Strassen- und Kanal-Ueberführungen. Brücken und Stege.
6. Leichte und dauerhafte Beläge für Fusswege und Fahrbahnen grosser Brücken.
7. Güterschuppen und feuersichere wärmedichte Decken und Dächer für Lagerhäuser. — Wärterbuden.
8. Schleusenthore und Sperrvorrichtungen für Wehre.

III. Im **Bergbau**. Wasser- und gasdichter Ausbau von Schächten.

IV. Im **Schiffsbau**. Herstellung grosser wasserdichter Behälter für Petroleum-, Getreide- und sonstige Transportschiffe.

V. In der **Landwirthschaft** und im **Gartenbau**.

1. Trockene und ungezieferfreie Getreidekeller.
2. Stallungen mit dunstdichten Decken.
3. Futterkrippen und Viehtränken.
4. Senk- und Düngergruben.
5. Pflanzenkübel und sonstige Geschirre.

VI. In der **Industrie** (den landwirthschaftlichen und sonstigen Gewerben).

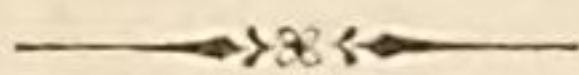
1. Für Brauereien und Brennereien: Feuersichere Anlage der Malzdarren; Malztennen, Gerstenweichen, Gährkufen, Kühlschiffe, Sprit- und Biertonnen.
2. Für Zuckerfabriken und Salzsiedereien: Kanäle für Rübenwäsche, Behälter für Melasse, Wasserläufe und Gerinne.

3. Für Papier- und Zellstofffabriken, Spinnereien und Webereien, Bleichereien, Färbereien und Appreturanstalten: Stoffkästen, Rührbüten, Filtrirbassins, Bleichholländer, Dunstkamine, nicht tropfende Decken, leichte wasserdichte und stark belastungsfähige Fussböden.
4. Für Gerbereien: Mahlholländer, Lohgruben und Behälter für heisses Wasser.
5. Für chemische Fabriken (Holzimprägnir-Anstalten, Guano- und Fäkalien-Aufbereitungs-Anstalten eingeschlossen): Behälter aller Gattungen für Flüssigkeiten, die den Cement nicht angreifen oder für die eine säurefeste Ausmantelung möglich ist. — Nicht tropfende Decken und gegen Explosionsgefahr sichernde feuerfeste Konstruktionen.





Nachdem die im Jahre 1886 angestellten — auch bereits im Druck den Interessenten mitgetheilten — amtlichen Belastungs- und Feuerproben an verschiedenen nach dem sog. System Monier ausgeführten Gegenständen eine Grundlage geschaffen haben für die wissenschaftliche Begründung und Durcharbeitung dieses Systems, soll die nachfolgende Veröffentlichung der Fachwelt das bis jetzt vorliegende Material bringen, sei es zur ersten Prüfung, sei es zur vollkommneren Anwendung der Konstruktionsweise in Cement mit Eiseneinlage.



Geschichtliches.

Der Erfinder der Cement-Eisen-Zusammensetzung, J. Monier in Paris, anfänglich Besitzer einer bedeutenden Gärtnerei, beabsichtigte ursprünglich nur grosse Blumenkübel herzustellen, welche dauerhafter als solche von Holz und leichter transportabel als solche von Cement sein sollten. Er versuchte dies durch Eiseneinlagen von geringen Stärken in die Cementwand der Kübel zu erreichen und dehnte dann diese Konstruktionsmethode auf die Herstellung grösserer Wasserbehälter aus. Heute sind in Frankreich unter der Mitwirkung technisch gebildeter Männer mehr als 1000 Wasser- und Gasometer-Behälter nach diesem Verfahren ausgeführt worden (und zwar Wasserbehälter bis zu 20 m Durchmesser und 5 m Höhe), ganz abgesehen von den Bauwerken anderen Zweckes. Schon die günstigen Ergebnisse der ersten grösseren Ausführungen in der Verbindung zweier so vorzüglicher Baustoffe wie Eisen und Cement brachten es mit sich, dass die technischen Kapazitäten Frankreichs, Ausstellungenkommissionen und Behörden, Eisenbahn-Verwaltungen und Industrielle, mit ihrer Anerkennung nicht zurückhielten, sodass dort — besonders im Ingenieurbauwesen — die Konstruktionsweise Monier's schnell Eingang fand.

Den weiteren Bedürfnissen der Baukunst Rechnung tragend, musste bei den Kennern des Monier'schen Verfahrens der Gedanke auftauchen, diese leichten, ausserordentlich widerstandsfähigen, feuer- und wasserdichten Konstruktionen auch in den Hochbau einzuführen.

Einwendungen gegen das System Monier.

Drei Bedenken stellten sich der allgemeinen Einführung der Bauweise in Cement verbunden mit Eisen entgegen. Es wurde befürchtet:

1. dass das Eisen durch den nass angetragenen Cement roste;
2. dass der Cement an dem verhältnissmässig glatten Eisen nicht haften und derselbe somit nicht mit dem Eisen gemeinsam wirke;
3. dass bei Temperaturveränderungen das Eisen sich anders als der Cement bewege, entweder sich herauschiebe oder denselben sprengte.

Es ist das Verdienst des Erfinders, durch Versuche während eines Zeitraumes von mehr als 20 Jahren diese Bedenken widerlegt zu haben, welche heute noch ein grosser Theil der Techniker hegt, weil die an Monier-Konstruktionen gemachten Erfahrungen bisher noch nicht wissenschaftlich untersucht worden sind. Die amtlichen Feuer- und Belastungsproben des vergangenen Jahres in Deutschland und die weiteren Versuche des vorstehend genannten Patent-Inhabers, wie sie unten näher erörtert und zur allgemeinen Kenntniss gebracht werden sollen, werden im Verein mit seinem eigenen Bestreben, für die gewonnenen Resultate auch die wissenschaftliche Erklärung beizubringen, voraussichtlich darin Wandel schaffen.

In Deutschland ist ferner der Einbürgerung der Monier-Konstruktionen die Ansicht entgegengetreten, dass Ausführungen dieser Art nicht viel Besseres seien, als einfache Nachahmungsversuche bereits bekannter und in Aufschwung gebrachter Methoden, die doch nur in ganz empirischer Weise sich den Gedanken nutzbar machen, dass Drahteinlagen oder eiserne Stabbänder, wie in den französischen Gypsdecken, geeignetere Putzträger sind als Holzlatten oder mit Draht verflochtene Rohrstengel auf sehr veränderlicher und leicht zerstörbarer Holzschalung. Es sollen deshalb Auszüge aus den Sachverständigen-Gutachten des Wirklichen Admiralitätsraths Herrn Vogeler und des Professors an der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin, Herrn Fritz Wolff — mit Genehmigung dieser Herren — hier Mittheilung finden, die zugleich in bündiger Weise das Prinzip der Monier'schen Konstruktionen erläutern:

„1. Material und Herstellung.“

„Die Konstruktionen nach Monier setzen sich zusammen aus Eisenstäben von bestimmten, nach ihrer Inanspruchnahme wechselnden Querschnitten und Längen, eingelagert in Cementkörper, deren Dicke

bestimmt wird durch die in jedem einzelnen Falle geforderten Widerstandskräfte, nach Maaßgabe statischer Berechnungen.

„2. Zweck.“

„Die Monier-Decken bestehen aus geraden oder aus gewölbeartig gebogenen Platten, oder aus einer Combination beider. Sie haben den Zweck, das eigene Gewicht und die aufzunehmenden Nutzlasten freiliegend zu tragen, wobei die eingelagerten Eisenstäbe die Zug- oder Druckspannungen übernehmen und der umhüllende erhärtete Cement das Ausknicken der belasteten Stäbe verhindert, resp. dieselben zu einem einzigen System verbindet, in welchem keiner der Stäbe sich unabhängig von dem andern bewegen oder durchbiegen kann.

Der fertige Konstruktionstheil überspannt, auf Endauflagern ruhend, frei eine gewisse lichte Weite und trägt nach Balken- oder Gewölbeart nicht allein sein eigenes Gewicht, sondern außerdem abnorm schwere fremde Lasten.

Die Monier-Wände sind ebenfalls freitragende Konstruktionen, deren Zweck klar wird, wenn sie als sehr hohe, aber sehr schmale Balken gedacht werden, welche an zwei Enden frei aufgelagert sind. Ihre erwiesene große Tragfähigkeit erklärt sich aus den Funktionen, welche in bereits vorhin erläutelter Art die Eisenstäbe und der erhärtete Cement übernehmen.“

Der Auszug aus dem Sachverständigen-Gutachten des Herrn Prof. Wolff lautet:

„Jedes Element der Decken (oder richtiger gesagt „freitragender Fußböden“) und Wände ist bei der Monier'schen Konstruktion an sich tragfähig. Dieselben setzen sich nämlich aus Elementen zusammen, von denen jedes einzeln einen Träger darstellt, welcher aus Cement und einem in diesen eingebetteten Eisenstab in der Weise gebildet ist, daß die große Druckfestigkeit des Cementes und die vortreffliche Zugfestigkeit des Eisens rationell ausgenutzt werden. Ein so gebildeter Träger kann gradlinig oder gebogen sein, und kann je nach seiner Lage von oben oder seitlich auf Biegezugfestigkeit (wie ein Balken oder ein Gewölbe) in Anspruch genommen werden. Es kommt nur darauf an, daß der Eisenstab genau die Stelle im Querschnitt des Trägers einnimmt, wo sich Zugspannung bildet. Die Stärke des Eisenstabes hängt von der Größe der zu erwartenden Zugspannung ab. Bei geringen Spannungen genügt ein starker Draht, bei größeren tritt indessen ein Rund- oder Profileisen an dessen Stelle.

Von wesentlicher Bedeutung ist für die Haltbarkeit der so konstruirten Träger die erst von Monier entdeckte bzw. unanfechtbar nachgewiesene innige, nahezu unlösliche Verbindung, welche die Berührungsflächen von Eisen und Cement eingehen. Also ist auch

die Verwendung des Cementes für das Monier'sche Verfahren charakteristisch und nicht etwa als willkürlich gewählt zu betrachten.

Werden nun mehrere Monier-Träger durch quergelegte schwache Drähte mit einander in einer Horizontalen verbunden, so entsteht eine tragfähige Platte, welche nicht nur sich selbst, sondern auch Nutzlast zu tragen vermag. Die Platte kann eben oder gewölbt sein, je nach der Form der zu ihr vereinigten Träger. Ebenso können mehrere Monierträger in einer Vertikalen kombinirt werden, dann entsteht „eine tragfähige Wand“.

Es muß überhaupt hervorgehoben werden, daß durch das Monier'sche Verfahren ein ganz neues Prinzip in die Technik eingeführt worden ist, welches vordem Niemand gekannt oder angewendet hat.

Gegenüber den sonst patentirten Herstellungsmethoden äußerlich gleich gearteter Bautheile geht das Monier'sche System von ganz anderen Grundsätzen aus und gelangt zu ganz anderen Ergebnissen.“

Es mag noch hinzugefügt werden, dass das Aneinanderheften der sich kreuzenden Eisenstäbe mittelst Bindendrahts nur den Zweck hat, es zu verhüten, dass beim Einbringen der Cementmasse die Eisenkonstruktionstheile sich nicht verschieben, die später der erhärtete Cement unverrückbar an ihrer Stelle hält. Auch handelt es sich bei der Herstellung einer Monierkonstruktion niemals um die Herstellung eines Deckenputzes, der seinen Halt an so vergänglichem Material erhält, wie es das Holz in fäulnissbringender Umgebung ist. Es gilt vielmehr die Herstellung von constructiv selbstständigen Decken oder Wänden, welche noch erst geputzt werden müssen, um die Kämme auszugleichen, die sich nach der Ausführung mit provisorischer Verschaalung auf der Decken- oder Wandplatte zeigen, oder um einen anstrich- bzw. tapezirungsfähigen Untergrund zu schaffen, an dessen Oberfläche der Cement chemische oder störende mechanische Wirkungen nicht äussert.

Bisherige Proben und Erfahrungen zur Widerlegung der Bedenken und Versuch einer wissenschaftlichen Begründung des Erprobten.

Das erste Bedenken gegen die Verbindung von Eisen und Cement war das der anfänglichen oder gar fortdauernden Eisenoxydation, veranlasst durch das Verhalten des Eisens in anderen Mörtelmassen, die wie der Gips nur eine ganz bestimmte Menge Wasser zum Abbinden gebrauchen können, aber wegen ihrer Lockerheit — auch als Kalkmörtel — immer wieder sehr begierig Wasser ansaugen und in trockener Luft wieder verdunsten lassen. Dem Chemiker, soweit er nur die Zu-

sammensetzung des „Rostes“ und die Art seiner Entstehung in Betracht zieht, wird es leicht beikommen können, dass das etwa überschüssige Wasser des nass angetragenen Cements auch beim Abschluss der freien Luft genüge, um selbst das von Cement umhüllte Eisen rosten zu machen. Für ihn spricht die Thatsache, dass im „Rost“ neben dem Eisenoxydhydrat stets Ammoniak mit enthalten ist, dessen Entstehung darauf zurückgeführt wird, dass die Oxydation des Eisens auf Kosten des Sauerstoffes geschehe, den das Wasser chemisch enthält. Man nimmt eben an, dass sich im Entstehungszustande der freigewordene Wasserstoff mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak verbinde. Die Zersetzung des Wassers durch Eisen, wie sie stattfindet, wenn Wasserdampf mit diesem Metall in Rothglühhitze zusammenkommt, unterstützt einigermaßen jene Annahme. Dabei ist aber immer unter gewöhnlichen Temperaturverhältnissen eine längere Berührung des Eisens mit feuchter Luft oder mit luftgeschwängertem Wasser, wenn auch in feiner Vertheilung wie innerhalb lockeren Mörtels, Voraussetzung gewesen.

Dagegen kommt bei der Umhüllung des Eisens mit Cement in Betracht, dass der Mörtel nur geringen Wasserzusatz erhält, schon damit er nicht locker und undicht werde, dass ferner der Cement, unter Wasser besser erhärtend als an der Luft, die Feuchtigkeit selber in kurzer Zeit viel zu sehr bindet, als dass das eingebettete Eisen bei dem mangelnden Luftzutritt und unter den gewöhnlichen Wärmeverhältnissen dazu käme, zu seiner Oxydation dem Cement Wasser zu entziehen und dieses zu zersetzen. Mit der Erhärtung aber wird die umhüllende Cementmasse bekanntlich viel zu dicht, um befürchten zu lassen, dass Wasser oder feuchte Luft mit dem eingebetteten Eisen in Berührung komme und Rost erzeuge. Immerhin wären diese Erwägungen nichts als graue Hypothese, die entgegenstehende theoretische Zweifel beseitigen soll, wenn nicht zugleich die Erfahrung an Objekten aus Cement und Eisen solche Zweifel in sichtbarer Form widerlegte.

Da liegt zunächst als ältester Beweis die Untersuchung an einer in Amiens vor Jahren ausgeführten Canalisation mit Monierröhren vor, in welchen sich die Eisenstäbe so unversehrt und rostfrei, selbst noch so blau gezeigt haben, wie sie aus dem Walzwerk gekommen waren. Für Deutschland bestätigt dieses Verhalten der Cementeisenverbindung das weiter unten beigedruckte amtliche Protokoll über die Breslauer Versuche. Darnach hat sich niemals bei der Zertrümmerung von Probekörpern eine Oxydation oder Querschnittsverminderung an rostfrei eingebettetem Eisen gezeigt, selbst an kleinen Monier-Platten nicht, die vier Monate lang im Wasser gelegen hatten. Der vorbezeichnete Patentinhaber aber findet dies immer von Neuem bestätigt bei jeder Vorführung von Probelastungen, selbst an Fusswegplatten, die während des strengsten Frostes und unter thauendem Schnee aufgestapelt auf freiem Lagerplatz liegen resp. gelegen haben.

Es kann deshalb ohne Zweifel als richtig gelten, dass die Cementumhüllung dem Eisen seine schlechteste Eigen-

schaft, die der leichten und vollständigen Oxydation bei der Berührung mit feuchter Luft oder mit luftgeschwängertem Wasser dauernd nimmt, während alle das Eisen vertheuernden metallischen Ueberzüge nichts weiter leisten können, als einen nicht gerade lange vorhaltenden Schutz gegen Rost.

Das **zweite** und schwerwiegendste Bedenken richtete sich gegen die Adhäsion zwischen Eisen und Cement und gipfelte darin, dass beide Materialien, so vorzüglich sie an sich seien, nicht zu gemeinsamer Wirkung kämen. Hiernach würde z. B. eine belastete und auf Biegung beanspruchte Platte nach dem Monier'schen System weniger leisten müssen, als eine gleich dicke Cementplatte ohne Eiseneinlage, denn jede mit dem Cement sich nicht vereinigende Einlage würde nur dazu beitragen, den Cementquerschnitt zu schwächen.

Die angestellten Belastungsproben, deren Resultate weiter unten sich zusammengestellt finden, haben aber ergeben, dass bei gleicher Dicke, gleichem Cementmaterial und gleicher Spannweite eine ca. 1,0 m freitragende ebene **Cementplatte ohne Eiseneinlage** bei einer gleichmässigen Belastung von **517,5 kg/qm** brach, während bei der gleichen **Platte mit Eiseneinlage** der Bruch des Cements erst bei **2763,3 kg** pro qm erfolgte, das Geflecht aber diese Last mit 13 mm Durchbiegung dauernd trug. Der Versuch mit gebogenen Platten von 4,50 m Spannweite, 0,40 m Pfeilhöhe und 5 cm Dicke ergab bei der **Cementkappe ohne Eiseneinlage** als Bruchbelastung rund **800 kg/qm**, bei der **Kappe mit Eiseneinlage** **2109 kg/qm**, einseitig belastet.

Die Praxis erweist also, dass ein Zusammenwirken des Eisens mit dem Cement stattfinden muss.

Es ist der Konstruktionsgedanke, die hohe Druckfestigkeit des Cementes und die vortreffliche Zähigkeit des Eisendrahtes durch Anordnung jedes dieser Stoffe an der rechten Stelle zu gemeinsamer Wirkung zu vereinigen, somit keine blosser Erfinderphantasie. Natürlich hat die gemeinschaftliche Wirkung beider Materialien da ihre Grenze, wo die Beanspruchung des einen nicht mehr in richtigem Verhältniss steht mit der des anderen. Es tritt an dieser Grenze die Zerstörung des stärker beanspruchten Theiles ein, während der andere noch weiter funktioniert; aber diese Grenze liegt für die Verbindung von Cement und Eisen über Erwarten hoch. Es kann also diese Stoffverbindung so lange als die für ihre Zwecke leistungsfähigste angesehen werden, bis es der Technik einmal gelingt, mit dem Eisen einen Stoff gleich innig zu verbinden, dessen Festigkeit in der ihr zugewiesenen Funktion derjenigen des Eisens noch näher kommt. Wie innig der Zusammenhang zwischen Cement und Eisen ist, darüber geben die gemeinsamen Versuche bekannter Fachleute, wie sie das Breslauer Protokoll bringt, weiteren Aufschluss. Es sei daraus hier kurz entnommen, dass es zweimal misslang, einen 7 mm starken Eisendraht aus einem 12 Jahre alten wettererprobten Cementbaluster herauszuziehen. Das erste Mal verbog sich der angreifende Hebelsarm unter dem aufgehängten abso-

luten Gewicht von 1350 kg; das zweite Mal brach an demselben Versuchsobjekt bei einem Zug von rund 1300 kg das untere nicht von Cement umhüllte Ende des Eisenstabes ab. — Diese unvermuthet grosse Adhäsion¹⁾ zwischen voll erhärtetem Cement und Eisen theoretisch zu begründen bleibt nur die Wahrscheinlichkeit einer höchst haltbaren Legirung, welche die Silikate des Cementes mit dem Eisen bilden. Da mangelhafte, „treibende“ Cemente weder bei den Probeobjekten noch sonst bei den in Rede stehenden Ausführungen verwendet worden sind, so ist wohl nicht anzunehmen, dass ein im Cement sich allmählig entwickelnder Krystallisationsprozess mit den dabei auftretenden Pressungen das eingebettete Eisen besonders fest einschliesse, zumal wirklich treibender Cement mit der Zeit vollständig zerfällt. Dagegen ist eine legirende Einwirkung der erschlossenen und noch freien Kieselsäure auf das in den abbindenden Cement gelagerte Eisen eher begründet. Es ist bekannt, dass sich kieselsaures Eisenoxyd als Bestandtheil vieler Mineralien in der Natur findet, auch dass Eisenerze als Legirungen von Eisen und Silikaten vorkommen, die ihrer geringen Häufigkeit wegen im Hüttenprozess aber nur als Zuschlag verwerthet werden. „Mit nicht vielen Ausnahmen“ — schreibt Professor Gottgetreu in seinem Handbuch über die „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien“ (3. Auflage 1881 Bd. II S. 287) — „führen die — cementbildenden — Kalkerde und Thone Eisenoxydul und Eisenoxyd bei sich. Mit der Kiesel-erde verbunden und nicht im Uebermaass vorhanden, beschleunigen diese die Verbindung des Kalkes und der Kieselsäure. Eisen, als gestoßene Schlacke, Hammerschlag, Feil- und Drehspäne mechanisch dem Mörtel zugesetzt, verbessert seine Eigenschaft nur insofern, als die Umwandlung in Oxyd einen festen Anschluß dieses Oxyds an die Sandkörner und dadurch mit der Zeit deren Verfüttung bewirkt, vorzüglich wenn das Eisen recht fein und von schiefriger Gestalt ist, also sich innig zwischen den übrigen Bestandtheilen des Mörtels einlagert.“

Es wird damit zugleich bestätigt, dass der chemische Prozess der Cementmörtelerhärtung auch auf das Eisen so viel einwirkt, dass es zur rostartigen Oxydation nicht kommt, im Uebrigen aber das Eisen weder einen nachtheiligen Einfluss auf die wasserfesten Bindemittel des Cementes, noch dieser eine zerstörende Wirkung auf das Eisen ausübt, ohne dass doch beide Stoffe sich ganz verbindungslos neben einander ablagern.²⁾

Ein weiterer Versuch betreffs der Adhäsion zwischen Cement und Eisen wurde auch in Berlin bei den Feuerproben an Baustücken nach Monier'scher Art vor dem Königlichen Polizei-Präsidium im August 1886 vorgenommen. Da aber diese Behörde besondere Zeugnisse nicht

1) Mit der bedeutenden Flächenanziehung zwischen Eisen und Cementmörtel begründet auch Brunel schon die grosse Wirksamkeit des Reifeisenverbandes in Mauern. Vergl. Handbuch der Architekten III, Bd. 1, S. 85.

2) Es darf vielmehr angenommen werden, dass sich ein unlösliches Doppelsilicat von der Zusammensetzung $\text{Ca O} \cdot \text{Si O}_3 + (\text{Al}_2 \text{O}_3 + \text{Fe O}_3) 3 \text{Si O}_3 + 24 \text{H O} \dots \text{Fe}_2 \text{O}_3, \text{Si O}_3 + \text{Al}_2 \text{O}_3, 3 \text{Si O}_3 + 24 \text{H O}$ an der Oberfläche der Eiseneinlage bildet.

ausstellt, kann hier nur berichtet werden, dass der diesbezügliche Versuchskörper aus einem Cementwürfel von 20 cm Stärke bestand, durch den ein Eisendraht von 8 mm Stärke vollständig hindurchging. Aber selbst dem Feuer ausgesetzt, löste sich die umhüllende Mörtelmasse nicht von dem mit Hebelübersetzung angezogenen Eisenstab. Der Versuch endete damit, dass der Hebelsarm glühend wurde, sich verbog und bei fortgesetzter Anspannung abriss. Der hierbei auf den Draht übertragene Zug betrug über 1200 kg. Auch aus diesem Versuch wird es erlaubt sein zu folgern, dass, wie überhaupt bei Legirungen, bis zu bestimmten Hitzegrenzen ebenso die Legirungsfähigkeit von Eisen mit Kieselerde sich erst recht geltend macht bei Temperatursteigerungen.

Wir kommen damit auf den **dritten** Punkt jener wissenschaftlichen Bedenken, der sich bezieht auf die ungleiche Volumenänderung von Cement und von Eisen bei wechselnder Temperatur.

Sowohl die Frost- wie die Feuerproben an Monier-Objekten haben laut amtlichen Protokolls ergeben, dass weder die Zusammenziehung bei Frost in Monier-Platten Risse hervorbringt, noch dass die Einwirkung grosser Wärme eine solche Zerstörung bewirkt oder auch nur anbahnt. Selbst bei direkter andauernder Berührung mit Feuer wird der Cement nicht durch herausdrängendes Eisen gesprengt. Nach den Versuchen von Bouniceau über die Ausdehnung von Granit, Marmor, Cementmörtel, Sandstein u. s. w., mitgetheilt in den „Annales des ponts et chaussées 1863“, 1. Sem. S. 181, ist der **Ausdehnungskoeffizient für Portland-Cement-Beton 0,0000137 bis 0,0000148 bei 1° Wärmewechsel. Für Eisendraht ist derselbe bekanntlich 0,0000145.** Die **Wärmeausdehnung des Cementbetons und des Eisens ist also gleich gross.** Das Bekanntwerden dieser Mittheilung*) aus jenen Annalen wird genügen, alle Bedenken gegen die Beständigkeit der Cement-Eisen-Verbindung in Feuer und Frost zu beseitigen, nachdem das hinten bedruckte Breslauer Protokoll die Richtigkeit der Bouniceau'schen Versuche in diesem Punkt bestätigt hat.

Vortheile der Bauweise in Cement auf Eisen.

1. Dauerhaftigkeit.

In dem bisher Erörterten glauben wir bereits den Nachweis geliefert zu haben, dass in Bezug auf Beständigkeit gegenüber den Angriffen der Witterung, des Wassers und des Feuers die Monier-Konstruktionen sich mit den besten Ausführungen früherer Bauweisen werden in Vergleich stellen lassen, wenn sie diese nicht theilweise noch weit überragen. Da der Cement im Laufe der Zeit bis zu natürlichen Grenzen eher an Widerstandsfähigkeit gewinnt als verliert und auch das Eisen in der starken Cementhülle gegen alle anderen als statischen Angriffe geschützt, also frei von seinen

*) Vergl. auch „Handbuch der Architectur“, III. Th., I. Bd.

Mängeln im Feuer und im Wasserdunst seine hohen Eigenschaften voll und dauernd zur Geltung zu bringen vermag, so kann man ohne reclamesüchtige Uebertreibung Bauten in Cement und Eisen nennen, wie Monier sie nennt: „unveränderlich“, so dass den Konstruktionen nach seinem System bei sorgsamer Ausführung eine monumentale Dauer zweifellos in Aussicht gestellt werden darf.

In allen Bauten mit massiven Zwischendecken und Treppen ist die Beanspruchung der tragenden Wände und Stützen, bei Konstruktionen in Stein und Eisen auch die Belastung der Träger, grösser durch die Eigenlast der gen. Bautheile als durch die aufzunehmende Nutzlast. Sieht man von der Bauweise in Wellblech ab, weil dieses durch Rost leicht zerstörbare Material in geschlossenen Räumen dem Feuer nicht widersteht und zerstörend auf seine Stützen wirkt, sobald es nicht gegen die Wirkung hoher Wärmegrade durch sichere Verkleidungen dauernd geschützt ist, so erfordern alle tragenden Theile nach der bisherigen Konstruktionsweise Abmessungen, die zur Nutzlast eines Bauwerkes in keinem günstigen Verhältniss stehen. Die todte Last spielt eben die Hauptrolle in jedem massiven Bauwerk.

2. Grosse Tragfähigkeit bei geringem Eigengewicht.

Demgegenüber zeigen die nachfolgend veröffentlichten Belastungsproben in allen Beispielen, die dabei das System Monier geliefert hat, eine aussergewöhnliche Tragfähigkeit bei Stärken und einem Eigengewicht, die bei der gleichen statischen Leistungsfähigkeit nur vom Eisen nicht überschritten werden. Aber je kostbarer die Schätze der Kunst und Wissenschaft geworden sind, die unsere heutigen Gebäude bergen sollen, und je zahlreicher die Menschenmengen sind, die das moderne Leben in geschlossenen Bauten zusammenführt, um so mehr entwickeln sich auch die Ansprüche an die wirkliche Feuerbeständigkeit unserer Gebäude. Und die Erfahrungen und Bestimmungen der Berliner Baupolizei über Eisenkonstruktionen, neuere Theaterbrände, wie der in Szegedin (cfr. Deutsche Bauzeitung 1885 S. 208) und probeweise der unten näher beschriebene Versuch in Nippes (Kölner Vorstadt) lassen die statisch vorzüglichen Eigenschaften des Eisens nach dieser Richtung hin so sehr zurücktreten, dass man immer mehr davon abkommt, das ungeschützte Eisen in abgeschlossenen Bauwerken für feuersicher zu halten.

Mithin wird man nicht anstehen, dort, wo die Brandgefährlichkeit besondere Rücksicht verlangt, den Monierkonstruktionen auch vor denen in reinem Eisen den Vorzug zu geben.

Zum Vergleich aber mit reinen Betongewölben, die wiederholte Erschütterungen und Stösse sowie nicht in Rechnung gezogene einseitige Lasten, z. B. in Brandfällen, nicht sicher genug aushalten, verweisen wir am besten auf die Belastungsproben 1—4 der Berliner Versuchsergebnisse und auf die Erklärungen des Breslauer Protokolles über „Zerstörung der Cementsubstanz durch Stösse.“ Dementsprechend sind auch die Monierwände überall da zu empfehlen, wo bei Brandunfällen die

Befürchtung nahe liegt, dass leichtere Konstruktionen — seien es Schwemmsteinmauern oder ausgespannte Drahtmörtelwände — von herabstürzenden brennenden Gegenständen durchgeschlagen werden.

Dazu muss erwähnt werden, dass eine Monierwand, die, oben und unten frei, ohne Verbindung mit Decke und Fussboden, zwischen zwei Auflagern von 3,50 m Entfernung hergestellt war, eine Probelastung von 10000 kg trug, ohne eine loth- oder wagerechte Veränderung (Ausbauchung) zu zeigen, selbst nachdem Schlitzte hineingehauen waren, in der Absicht, die Standfestigkeit auch der beschädigten Wand zu zeigen.

Die rationelle Verwendbarkeit der Monier-Konstruktionen in Gegenden, die von Erdbeben heimgesucht sind, mag hier nur Andeutung finden, ebenso wie ihre hohe Brauchbarkeit für Festungsbauten.

3. Raumersparniss.

Mit der Leichtigkeit und hohen Belastungsfähigkeit in unmittelbarem Zusammenhang steht der weitere Vorzug des Systems: die geringe Konstruktionshöhe der Monierdecken und die geringe Stärke selbst solcher Wände, die nicht zwischen anderen gerade ausgespannt oder eingehängt werden können, sondern sich winklig fortsetzen sollen. Bei beschränktem Raum in Grundriss und Höhe sind dies Vortheile des Systems, die sich geradezu in Reichmark und Pfennigen ausdrücken lassen.

4. Ersparniss an Widerlagern und Verankerungen.

Ein anderer Vortheil ähnlicher Art ist das Ausbleiben des Seitenschubs bei bogenförmigen Konstruktionen, sobald der — im Vergleich zu Steingewölben — rasch zu einem Monolith erhärtende Cementmörtel im Verein mit dem Eisengeflecht die Funktion eines Trägerbalkens übernommen. So sind Monier-Kappen und -Bögen noch weit mehr als reine Betongewölbe ganz wie gebogene Platten, wie „Kappen“ auf dem bedeckten Raum im volksthümlichsten Sinne anzusehen. Voraussetzung ist freilich dabei, dass die Auflast und Bogenstärke in einem Verhältniss bleiben, bei dem an keiner Stelle merkbare Aenderungen in der Bogenlinie eintreten.

Die besonderen Vorzüge der Kuppelgewölbe nach dem System Monier in Rücksicht auf Gewölbeschub soll in dem Kapitel über „Moniergewölbe“ noch näher behandelt werden.

Hier soll zunächst nur darauf hingewiesen werden, dass die unter Umständen ohne Schub auskommenden Monier-Kappen die Anwendung geringerer tragender Wandstärken bzw. das Weglassen schubaufnehmender Hilfskonstruktionen ermöglichen.

5. Schnelligkeit der Ausführung ohne Schädigung der Solidität.

Gewöhnlicher Kalkmörtel und einfaches Luftmörtel-Mauerwerk — besonders in starken Wänden, welche die Luft mit ihrer Kohlensäure spärlicher durchdringt — erhärten bekanntlich so langsam, dass eine hastige Bauweise, vorzeitiges Ausrüsten der Gewölbe und ungebührlich schneller Verputz neuer Mauern die Solidität eines Bauwerks auf das

Aergste schädigen würden. Dazu kommt, dass an betriebsreichen Orten die rentenschluckende Langsamkeit der Bauausführungen für die Geschäftswelt schwer ins Gewicht fällt, dass die Bauthätigkeit deshalb auch während des Winters womöglich nur dann unterbrochen wird, wenn ein Weitermauern trotz aller Schutzmittel gegen Frost sich von selbst verbietet. Sobald die grössere Kostspieligkeit des Cementmörtels gegenüber dem gewöhnlichen Bindematerial sicher aufgehoben wird durch die Ersparung kostspieliger Zeit, greift der rechnende Unternehmer auch jetzt bereits zum Cement. Es ist bekannt, dass 4—5 Tage alte gute Portlandcementmörtel durch Frost keinen Schaden mehr nehmen, dass im Gegentheil in kühler Jahreszeit angefertigte Cementkörper durchweg fester als die im Sommer gefertigten werden. Dies erklärt sich dadurch, dass jenen das zur Erhärtung nöthige Wasser durch die weniger durstige Luft nicht entzogen wird, und in Folge dessen der Erhärtungsprozess ungestört vor sich gehen kann.

Ist schon die schnelle und gute Erhärtung des Cementmörtels und Cementbetons zu jeder Zeit ein gewichtiger Vorzug, so wird es leicht begreiflich, welche Vorzüge in dieser Hinsicht erst recht die Monier'sche Bauweise bietet. In Folge der geringen erforderlichen Stärken geht die Erhärtung in der ganzen Dicke weit schneller vor sich als bei dickwandigen Betonkörpern, die noch lange nach ihrer Herstellung unliebsame Ausscheidungen zeigen. So wird also die Mehrarbeit des Flechtens von Eisen reichlich wettgemacht durch die schnellere Benutzungsfähigkeit eines Bauwerkes in Eisen und Cement.

Fasst man die bisher erörterten Vorzüge des Systems zusammen, so folgt daraus die verhältnissmässige Billigkeit dieser Bauweise von selbst, auch wenn die Herstellungskosten in der Vergleichsrechnung sich höher stellen sollten, als bei weniger haltbaren massigeren und zeitraubenderen Konstruktionen.

6. Billigkeit
der Bauweise
in Cement
und Eisen.

Bei Ausführungen ganzer Bauwerke in einheitlicher Weise, bei Gasometer- und Wasserbehältern grossen Umfanges, zeigt es sich am ehesten, wie kostspielig die Ausführung in dicken Mauern gegenüber der Monier'schen Herstellungsweise ist. Die Kostspieligkeit, so massige Bauwerke auf schlechtem Boden zu gründen, hat in Frankreich immer mehr zur Herstellung von Gasometerbehältern in der Cement-Eisen-Konstruktion geführt, und auch in Deutschland hat man es vorgezogen, schadhafte Wasserbehälter lieber durch Einlage eines Moniermantels als durch umständliche Ausbesserungen des Mauerwerks zu repariren.

Aber auch bei Wohngebäuden, in denen gewöhnlich die volle Leistungsfähigkeit der Monier-Konstruktionen sich nicht geltend machen kann, weil die freien Spannweiten nur mässige sind und die Rücksichten auf geringe Herstellungskosten diejenigen auf spätere Reparaturersparnisse und dauernde Rentabilität oft mehr überwiegen, als es

zu rechtfertigen ist, ergeben sich Ersparnisse in der Ausführung durch Anwendung von Bauthellen in Cement um Eisen.

Zum Nachweis soll eine **Vergleichsrechnung** zwischen den reinen Herstellungskosten verschiedener Konstruktionsarten hier vorgenommen werden. Es wird damit am Einfachsten das bisher Gesagte verdeutlicht, Neues vermerkt, das sich ohne Störung des Zusammenhanges nicht anführen liess, und endlich die Art und Weise angedeutet, in der später vergleichende Kostenberechnungen in weiterem Umfange zusammengebracht und der Fachwelt zur handlichen Benutzung übergeben werden sollen.

Vorläufig seien die gewählten Beispiele in Bezug gebracht zu den Versuchs-Objekten der amtlichen Belastungsproben, weil die hinten beigedruckten Protokolle und Berichte zugleich für statische Vergleiche eine sichere und einfache Kontrolle abgeben.

Das erste Versuchs-Objekt der Berliner Belastungsproben vom 23. Februar 1886 bezieht sich auf die bogenförmige Ueberdeckung einer freien Weite von 4,5 m.

Eine **Ziegelsteinkappe** von 4,50 m Spannweite würde allein für die gewöhnliche in Wohnhäusern vorkommende Auflast eine Stärke von 1 Stein und ein Widerlager von durchschnittlich $3\frac{1}{2}$ Stein haben müssen. Das Gewicht der Kappe würde also ohne die nothwendige Hintermauerung schon 416 kg/qm im Bogen gemessen betragen. In diesem Gewicht ist das der nothwendigen Hintermauerung nicht enthalten, weil auch die Monierkappe zur Aufbringung des Fussbodens zu hinterfüllen wäre. Die Konstruktionshöhe von der Kämpferebene bis zur Scheiteloberfläche der Ziegelkappe ist mindestens auf $\frac{1}{8} \cdot 4,50 + 0,25 = 0,80$ m anzunehmen.

Dagegen betrug das Eigengewicht der zuerst erprobten **Monierkappe** für 4,50 Spannweite 111 kg/qm, die Konstruktionshöhe in den gleichen Grenzen 0,45 m. Dabei nahm dieselbe auf 1,35 qm eine einseitige Last von 1646 kg auf bis zum Eintritt der ersten merkbaren Durchbiegung, trug also auf den qm $\frac{1646}{1,35} =$ rund 1200 kg einseitige Last.

Diese grosse Tragfähigkeit, die für gewöhnliche Wohnräume nicht beansprucht wird, resultirt aus Stärken der Cementdecke und des Eisengerippes, welche für den vorliegenden Zweck das erforderliche Maass weit überschreiten. Um aber an dieser Stelle den Gang der Besprechung nicht noch durch eingehende statische Berechnung der Monierkonstruktionen zu hemmen, soll einfach an der Hand der amtlichen Belastungsproben eine vergleichende Kostenberechnung bei den genannten Abmessungen für den Fall aufgestellt werden, dass die Kappen etwa den Berliner Bauverhältnissen entsprechend in dem Kellergeschoss eines mehretagigen Wohnhauses auszuführen wären, dass also wenigstens an einer Seite die Wandstärke von $3\frac{1}{2}$ Stein schon an und für sich bedingt wäre durch die Auflast der Umfassungsmauern. Dabei kommt ferner der Ziegelsteinkappe zu gut, dass für hohe Lehrgerüste und den schwereren Materialientransport nach höher gelegenen Stockwerken

keine Kostenerhöhung in Ansatz gebracht wird. Im Uebrigen wird die Berechnung der 4,50 m weiten Kappen für 1 m Tiefe durchgeführt. Die Höhe der Kämpferebene über Kellerfussboden wird auf 2,2 m angenommen, sodass für die Ziegelkappe eine Höhe von 3,0 m zwischen Fussboden- und Scheitel-Oberfläche des Gewölbes nöthig wird, während die Ueberdeckung durch eine Monierkappe nur 2,65 m Höhe der Umfassungsmauern erfordert.

Für die Preiszusammenstellung ist das Jahrbuch der Baupreise Berlins, jüngste Ausgabe, und die im „Deutschen Baugewerks-Blatt“ Jahrgang 1887 No. 4 begonnene Kostenvergleichen benutzt. Darnach setzt sich der Preis für die Konstruktion in Ziegeln zusammen aus:

1. Maurermaterialien für 4,50 qm gewöhnliches Kappengewölbe, in der Ebene gemessen, 1 Stein stark, ohne Verstärkungsurte, einschliesslich der Hintermauerung bis auf $\frac{2}{3}$ der Pfeilhöhe:
 $4,50 \cdot 1,40 = 0,630$, Tausend Ziegel à 36 M. . . . 22,68 M.
 $4,50 \cdot 1,80 = 8,10$, hl Kalkmörtel à 0,92 M. . . . 7,45 -
2. Arbeitslohn einschl. Vorhalten der Lehrgerüste 4,50 qm
 1 Stein starke Kappe in grossen Flächen 2,20 M. . . 9,90 -
 Zusammen: Herstellung der Kappe 40,03 M.
3. Mehrhöhe der Umfassungsmauern
 $2 \cdot 0,35 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 0,63$ cbm Ziegelmauerwerk.

Material:

- | | |
|--|--------|
| 0,63 . 0,400 Tausend Ziegel à 36 M. | 9,00 - |
| 0,63 . 3,60 hl Kalkmörtel à 0,92 M. | 2,27 - |
| Dabei Verputz nicht gerechnet. | |
| Arbeitslohn für den cbm volle Wand $0,63 \cdot 3,00 =$ | 1,90 - |
4. Mehraushub an Erdboden:
 $4,5 \cdot 0,35 = 1,58$ cbm auszuheben und zu verkarren
 $0,67$ M/cbm 1,05 -
 Zusammen: Ausführung in Ziegeln 54,25 M.

Weitaus gebräuchlicher ist heute — mit Rücksicht auf die Ersparung an Widerlagern und grössere Billigkeit im Allgemeinen — die Ueberdeckung eines 4,50 m weiten Raumes mit 3 Kappen in $\frac{1}{2}$ Stein-Stärke von 1,50 m Spannweite auf 2 zwischengelegten I-Trägern.

Es soll auch diese Konstruktionsart für einen Raum von mittleren Abmessungen, beispielsweise für 5,0 m Blicktiefe in Vergleich gestellt werden, um für die I-Träger nicht einmal aussergewöhnliche Eisengewichte zu erhalten.

Bei 5 m Freilänge haben die 1,50 m von einander entfernten Kappenträger an der gewöhnlichen Nutzlast von 200 kg/qm und an dem Konstruktionsgewicht von 400 kg/qm zu tragen:

$$5,0 \cdot 1,50 \cdot 6,00 = 4\,500 \text{ kg}$$

$$\text{Erforderlich } W = \frac{500 \cdot 4\,500}{8 \cdot 750} = 375$$

Zu verwenden Normal-Profil No. 26, Gewicht . 41,9 kg/qm

Davon nothwendig:

$2 \cdot 5,50 \cdot 41,9 = 461 \text{ kg}$ à 0,21 M. einschliesslich Unterlagsplatten, Verlegen und Anstrich 96,81 M.

Maurermaterialien für 3 Kappengewölbe von $\frac{1}{2}$ Stein Stärke bei 1,50 m Spannweite im Einzelnen, auf 5,0 lfd m berechnet:

$4,50 \cdot 72 \cdot 5,0 = 1,62$ Tausend Ziegel à 36 M. . . 58,32 -

$4,50 \cdot 92 \cdot 5,0 = 20,70$ hl Kalkmörtel à 0,92 M. . . 19,04 -

Arbeitslohn für $4,50 \cdot 5,0 = 22,5$ qm $\frac{1}{2}$ Stein starke Kappengewölbe zwischen eisernen Trägern, à qm im Grossen 1,35 M. 30,38 -

Zusammen: 5 lfd m Ziegelkappen auf Trägern 204,55 M.

Ergiebt für 1 lfd. m **Ziegelkappe auf Trägern** 40,91 M.

Das Eigengewicht der Konstruktion beträgt an Eisen (siehe vorn) 461 kg

Gewicht der Ziegelkappen, in der Wölbung gemessen, ohne die Hintermauerung $3,1,60,5,0,2,08 = 4992$ -

Zusammen bei 22,5 qm Grundfläche 5453 kg

Oder auf den qm Grundfläche 242 -

Davon ist Eigengewicht der Ziegelkappe 222 -

Dagegen:

Eigengewicht der Monierkappe in Wölbung gemessen, $4,65 \cdot 111 = 516$ kg für den lfd m, d. i.

auf den qm Grundfläche $\frac{516}{4,5} = ... 115$ -

Die Konstruktionshöhe ist bei beiden Ausführungsarten, in Ziegelkappen auf Trägern und nach Monier als eine einzige Kappe, gleich zu setzen, da bei der für Monierkonstruktionen geringfügigen Nutz-Belastung von 200 kg/qm die Höhe von 0,33 m zwischen Kämpferebene und Scheitel ausreicht.

Der Preis für die **Monierkonstruktion** stellt sich für die Spannweite von 4,50 m und die Nutzlast von 200 kg/qm auf 8,0 M/qm im Stadtkreis Berlin, also für den lfd. m auf 36,00 M.

Wesentlich günstiger noch für die Cement-Eisen-Ausführung gestaltet sich der Vergleich mit anderen massiven Konstruktionen, wenn für die Monier-Decke eine Form gewählt wird, bei welcher der Cement-Fussboden zugleich einen mitfunktionirenden Theil des tragenden Systems ausmacht.

Eine solche Konstruktion zeigt das 7. Versuchs-Objekt der Berliner Belastungsproben. Die Fussbodenplatte aus Cement auf Eisengerippe zwischen Endauflagern von 3,50 m Entfernung wird unterfangen durch bogenförmige Streben, die mit der Fussbodenplatte in eine abgeflachte Kappe verlaufen.

Da sich die erste merkbare Durchbiegung erst nach einer einseitigen Belastung von $\frac{2730}{3,50 \cdot 0,60} = 1300 \text{ kg/qm}$ zeigte, so leistet jene Form selbst bei der **Spannweite** von

4,50 m

statisch nicht weniger als eine Konstruktion aus $\frac{1}{2}$ Stein starken Ziegelkappen auf zwischengelegten Trägern. — Aber selbst abgesehen von grossen Nutzlasten, empfiehlt sich der abgefangene Monierfussboden da überall von selbst, wo massive Fussböden vor Holzbelag den Vorzug verdienen, wie in Korridoren, Küchen, Lagerräumen und wo immer sonst noch, weil ein Estrich auf Ziegelsteinen wegen der verschiedenen Porosität und Austrocknung beider Materialien sich niemals so dauerhaft erweisen wird, wie ein Cement- oder Terrazzo-Estrich auf Cementunterböden.

Ausserdem kostet unter den gleichen Bedingungen wie oben ein **unterfangener Monierfussboden** bei 4,50 m Spannweite im lfd. m bei sauber bearbeiteter Fussbodenoberfläche

$$4,50 \cdot 9,5 = 42,75 \text{ M.}$$

Dagegen stellt sich 1 qm Cementestrich über Ziegelfussboden auf 3,00 M., also nach den vorstehenden Kostenberechnungen der lfd. m **Ziegelkappe incl. Estrich** auf $40,91 + 4,50 \cdot 3,0 = 54,41 \text{ M.}$

Kommt es darauf an, Decken zu bilden, die z. B. wegen ihrer Lage in Wohngeschossen unten eine ebene Fläche abgeben und gegen Durchhörigkeit möglichst gut schützen sollen, so wird man als Monierdecke ein System wählen, wie es von Herrn Bauinspektor Haesecke im „Centralblatt der Bauverwaltung“ vom 10. April 1886, S. 145 veröffentlicht worden ist und hier später unter dem Kapitel „Decken“ im Zusammenhang beschrieben werden soll.

Nach dem Gesetz, dass der billigste Preis für die gesamte Konstruktion sich dann ergibt, wenn die Kosten der Stütze gleich sind den Kosten der zu unterstützenden Theile, ergibt sich für die oben gewählte Raumentiefe von 5,0 m als die günstigste Zwischenweite der Träger ein Maass von 2,0—2,5 m, aber in Anbetracht dessen, dass damit wieder die Höhe der abschliessenden Wände wächst und vor allem die Einschubplatten eine unhandliche Grösse und Schwere bekommen, empfiehlt es sich die Trägerweite auf 1,5—1,75 m herabzusetzen. Bei einer freien Weite des Raumes von 4,50 m werden dabei unter Rücksicht auf die Entlastung der Fenstersturze 2 Träger erforderlich werden, von denen jeder $1,5 \cdot 5,0 (200 + 160) + 5,0 \cdot 30 = 2850 \text{ kg}$ zu tragen hat. Es ist demnach zu verwenden Normal-Profil No. 21 mit einem Eigengewicht von 28,5 kg/m.

Davon erforderlich $2 \cdot 5,5 \cdot 28,5 = 314 \text{ kg} \text{ à } 0,21 \text{ M.} = 65,94 \text{ M.}$

Es kostet der Monierfussboden auf Eisenbalken mit Einschubplatten für gewöhnliche Belastung in Berlin, einschliesslich der sauberen Bearbeitung des Fussbodens 12,00 M., also im

Ganzen $22,5 \text{ qm} = \dots\dots\dots 270,00 -$

Zusammen mit den eisernen Trägern 335,94 M.

d. i. der qm **Einschubdecke** in allem **14,93 -**

Für Wohnräume würde ein Belag mit Linoleum auf Pappunterlage erforderlich sein. Derselbe stellt sich für einfarbigen Belag fertig verlegt auf 3,20 M/qm. Da die saubere Bearbeitung des Cementfussbodens damit überflüssig wird und der Betrag sich somit um 1 M/qm ermässigt, würde der qm doppelte Monierdecke für Wohnräume sich auf $13,93 + 3,20 \text{ M.}$ stellen = $\dots\dots\dots 17,13 -$

In Rücksicht auf etwa gleiche Tauglichkeit wäre der doppelten Monierdecke gegenüberzustellen die Deckenbildung aus Ziegelkappen auf Trägern, versehen mit Drahtmörtelputz zur Bildung einer ebenen Deckenfläche und einem Cementestrich als Fussboden. Nach der vorangegangenen Berechnung kostet der lfd. m eines 4,50 m weiten Raumes Ziegelkappen einschliesslich Träger und Cementestrich 54,41 M. Also 1 qm = 12,09 M. Dazu Drahtmörtelputz 4,50 M/qm,

ergiebt: 1 qm **ebene Ziegeldecke mit nacktem Estrich** . **16,59 -**

Desgleichen mit Linoleum-Bekleidung . **18,79 -**

7. Hygieinischer Vorzug der Monier-Decken und Fussböden.

Jenen Konstruktionen gegenüber kostet die übliche Holzbalkendecke allerdings weniger. Allen Deckenbildungen aber mit Verwendung von Holz zwischen und auf Füllmaterialien, die dem Hausschwamm und anderen Krankheitserregern zur gedeihlichen Entwicklung ein nahrungsreiches Feld liefern, ist von Aerzten und Technikern immer grössere Abneigung entgegengebracht worden, seit der Privatdozent für experimentelle Hygiene, Herr Dr. R. Emmerich zu Leipzig, in der „Zeitschrift für Biologie“, Bd. 13 Heft 2 und im Anschluss daran die „Deutsche Bauzeitung“ im Jahrgang 1883 auf diesen Punkt der Haushygiene aufmerksam gemacht haben. In dem letzteren Fachblatt (Jahrgang 1886, S. 3—6) erörtert ferner Herr Architekt W. Wagner in seinem Aufsatz: „Cement- und Schlacken-Betondecken. Eine hygienische Zeitfrage“ die Dr. Recknagel'schen Untersuchungen über die Bewegung der Luft in Wohnräumen und die Durchlässigkeit ihrer Mauern und Decken. Er weist darauf hin, dass der stärkste nach auswärts gerichtete Druck durch die Decke hinaus stattfindet und dass die grössere Sterblichkeit der Bewohner von Kellern, Erdgeschossen und hohen Obergeschossen gegen diejenigen der mittleren Stockwerke theilweise veranlasst wird durch die Durchlässigkeit der Fussböden gegen Grundluft und die Ausdünstungen der unteren Nachbarn. Auch im „Centralblatt der Bauver-

waltung“ vom 3. April 1886 geht Herr Bauinspektor Haesecke die Nachtheile durch, welche die bisher am meisten übliche Deckenkonstruktion in gesundheitlicher Beziehung mit sich bringt. Um den Lesern das Nachschlagen zu ersparen, soll das Hierhergehörige deshalb jenem Aufsatz entnommen werden.

Es heisst dort:

„Einen der schwächsten Punkte bei unseren Hochbauten bildet offenbar das Holzgebälk mit dem Einschub aus mangelhaftem Holzmaterial, der aus Bauschutt, Sand oder Koaksasche bestehenden Ausfüllung und dem gewöhnlichen Holzfußboden mit den unausbleiblichen kleineren oder größeren Fugen“.

Daß bei den sonstigen Fortschritten im Bauwesen und dem Streben, die einzelnen Bautheile in Material und Arbeit immer gediegener und solider zu gestalten, diese Holzdecken trotz ihrer großen Mängel noch immer fast ausschließlich angewendet werden, mag neben tausendjähriger Ueberlieferung der Billigkeit derselben und der Leichtigkeit zuzuschreiben sein, sie in Verbindung mit dem nun einmal fast unvermeidlichen Holzfußboden herzustellen. Dabei sind deren Mängel in neuerer Zeit nur noch größer geworden. Die auf das geringste Maaß beschränkte Balkenstärke veranlaßt bei gewöhnlichen Belastungen Schwankungen und dauernde Durchbiegungen, welche in Verbindung mit dem Schwinden des Holzes, Risse in Putz und Stuck hervorrufen, Durchhörigkeit wie Feuergefährlichkeit haben mit dem jetzt ausschließlich angewendeten halben Windelboden zugenommen und die Vergänglichkeit infolge von Fäulniß und Schwamm-bildung ist bei der Schnelligkeit, mit jetzt der gebaut wird, und der Verwendung von jungem frischem Holze entschieden gewachsen. Die Mittheilungen über den Hausschwamm, welche das Centralblatt der Bauverwaltung in diesem und im vorigen Jahre brachte, lassen wohl kaum noch einen Zweifel darüber, daß, unabhängig von der Fällzeit, die niedrige Pflege, welche dem Bauholz jetzt zu Theil wird, und der niedrige Grad der Auslaugung und Trockenheit, mit dem es in den Bau gelangt, wenn nicht ausschließlich, so doch hauptsächlich, trotz aller sonstigen Vorkehrungen, zu dem immer häufigeren Auftreten des Schwammes Anlaß geben“.

„Nach Entdeckung der Spaltpilze und der für ihr Gedeihen erforderlichen Vorbedingungen, sowie ihres Zusammenhanges mit Entstehung und Verbreitung gewisser Krankheiten wird man zugeben müssen, daß in jeder Wohnung der gewöhnliche Fußboden mit seinen weiten Fugen und der darunter befindlichen Ausfüllung eine der günstigsten Stellen bildet für Aufnahme und gelegentliche Wucherung dieser kleinsten Lebenwesen. In besseren Wohnungen und Lebenskreisen wird Ordnung und Sauberkeit zwar die Gefahr vermindern; man denke aber an vielbesuchte Vertlichkeiten, an Schulen, Krankenhäuser, Arbeitsräume aller Art, an die Wohnungen der weniger bemittelten Volksklassen, und man wird die Möglichkeit,

ja Wahrscheinlichkeit nicht in Abrede stellen können, daß durch Auswurf, Unreinlichkeit, Sorglosigkeit und zufälliges Eintragen von Staub und Schmutz Pilzkeime in die Fugen und Füllmaterial gelangen, welche — abgesehen von den in letzterem vielleicht schon vorhandenen — unter günstigen äußeren Umständen ihre verderbliche Wirkung äußern können“.

„Für die Verbreitung des Ungeziefers bildet Decke und Fußboden bisheriger Art gleichfalls eine sehr geeignete Stelle. Die Entstehung anderer Schäden durch gelegentliches Eindringen von Feuchtigkeit in und durch die Decke, sowie die dadurch eintretende Begünstigung von Fäulniß und Schwammbildung braucht nur angedeutet zu werden“.

„Es scheint daher bei der immer größer werdenden Bedeutung des Eisens im Bauwesen an der Zeit, die Holzbalken-Decken aus öffentlichen Gebäuden, Versammlungsräumen, mehrstöckigen Privatgebäuden, namentlich auch aus Arbeits- und Fabrikräumen zu verbannen. Leider ist für bestehende Gebäude in absehbarer Zeit keine Aussicht zu einer Aenderung vorhanden, allein für Neubauten sollten selbst bei den gedachten Privatgebäuden die Eisenbalken-Decken vorgeschrieben werden“.

In hygienischer Beziehung nun von dem Gesichtspunkt der Luftdurchlässigkeit und vollkommensten Sauberkeit stehen weder gewölbte Decken aus porigen Ziegeln noch die Wellblechdecken mit unvermeidlichen Fugen und durchlässiger Gips- oder Kalkmörtel-Verkleidung in gleicher Reihe mit den Betondecken oder gar den Monier'schen Cement-Eisen-Fussböden, die — am billigsten in einer einzigen zusammenhängenden Fläche an Ort und Stelle gefertigt — für Luft fast undurchdringlich sind und vom Reinigungswasser auch nicht das Mindeste auf lange ansaugen oder gar durchlassen.

Ueber die „schlechten“ Eigenschaften des Cementes und die künstlerischen Anforderungen an die Cement-Eisen-Verbindungen.

So sehr der Ingenieur die grosse und schnelle Erhärtungsfähigkeit des Cementes und seine Widerstandsfähigkeit gegen Wasser schätzt, so misstrauisch begegnet der Architekt diesem noch verhältnissmässig neuen Baumaterial, weil manche bisher gemachten Erfahrungen Schlechtes über den Cement zu Tage gefördert haben. Es wird hier vorausgesetzt, dass man es zur Zeit nur noch mit einem Material von so erprobter Beschaffenheit zu thun hat, wie es erfahrene Fabrikanten heute mit aller Sicherheit herzustellen im Stande sind. Es sollen also die Mängel zweifelhafter Fabrikate nicht berührt werden. Auch soll nicht weiter erörtert werden, ob überall, wo der Cement sich als heimtückisches Bindemittel für Hausteinverkleidungen erwiesen hat, dies mit Recht

dem Treiben des Mörtels zur Last gelegt werden darf, oder ob nicht vielmehr die Eigenschaft des Cementes zu wenig beachtet worden, dass er an rauhen wie an glatten (selbst an geschliffenen) Steinflächen ausserordentlich fest haftet und dabei dem Zug und Druck, wie er sich beim Austrocknen oder der Temperaturveränderung des Steinmaterials in demselben einstellt, mehr widersteht als das eingebettete Material selbst und dieses zum Reissen bringt. — Da ungleich feste Baustoffe in enger Verbindung bei den Konstruktionen des Systems Monier nicht zur Anwendung kommen, so sollen nur diejenigen Eigenschaften des Cementes hier noch behandelt werden, die mit der künstlerischen Ausbildung des Baues in Conflict zu gerathen scheinen. Es ist also zu erörtern die Tauglichkeit bezw. Untauglichkeit des Cementes:

1. für die nackte Verwendung in äussern Ansichtsflächen,
2. für die Bemalung,
3. für die Bekleidung mit fertigen Stuckornamenten,

und schliesslich die ästhetische Durchbildung der Cement-Eisen-Konstruktionen ihrer Form nach.

Die graue, unschöne Farbe des Cementes, die im Verein mit den Auswitterungen im Aeusseren die Erscheinung einer Cementputzfaçade beeinträchtigt, und das häufige Auftreten von Haarrissen, machen eine besondere Behandlung der Cementflächen nothwendig. Durch Nachahmung des Sandsteins, Marmors und Granits für den äusseren und inneren Ausbau einerseits, durch Anstrich oder Bemalung des Cementputzes andererseits hat man die Anforderungen der Aesthetik zu befriedigen gesucht, wenn es darauf ankam, für echtes Steinmaterial einen billigeren und für gewöhnlichen Kalkputz einen dauerhafteren Ersatz zu schaffen.

Behandlung
der Cement-
Oberfläche.

Die schwierige Verarbeitung des Cementes, bei der eine genaue Bekanntschaft mit den Eigenheiten des Materials und das Vorhandensein tüchtiger geschulter Arbeiter erforderlich sind, brachte es mit sich, dass neben den guten Erfahrungen auch schlechte nicht ausblieben, die dann weit lieber der Unbrauchbarkeit des neuen Materials, als der fehlerhaften Anwendung und Ausführung zur Last gelegt wurden. Während man gerade da, wo wetterwendische Zinkrinnen ihr bewegungsvolles Spiel treiben, und das Abwasser des Daches vergnügt an den Hängeplatten leckt, besorgniserregende Massen von Gips und Stuck ohne viel Bedenken an die Aussenfront heftet, macht man ein bedenkliches Gesicht zu den Haarrissen im Cementverputz des Nachbarhauses. Beim Backstein — weil er seit Jahrtausenden hoffähig geworden in der Architektur — trägt man auch aus konstruktiven Rücksichten keine Bedenken, ihn zu Thurmspitzen zu verwenden, trotzdem er seiner Porosität wegen durch Frost mindestens ebenso angegriffen wird, wie die haarrissig gewordene Oberfläche von Cementsteinen. Indessen wollen wir nicht den Schein erwecken, als hielten wir auch in künstlerischer

Beziehung den Kunstsandstein für gleichwerthig mit dem Backstein. Ziegel und Terrakotta sind freilich auch nur künstliche Erzeugnisse, aber es sind doch Materialien, die als nichts anderes erscheinen wollen als was sie sind, während Kunstsandstein nur immer mehr oder weniger gelungene Nachahmung sein kann. In ganzen ebenen Flächen wird eine äussere Monierwand, in der Ansicht wie eine Kunstsandsteinplatte bearbeitet, wohl vermögen, selbst an Ton und Körnigkeit dem nachgeahmten Stein gleichzukommen. Ihrer Konstruktion nach wird aber der Baukünstler sich für verpflichtet halten, zur Form der dorischen Tempelwand zurückzugreifen, die wie ein hängender Teppich zwischen Säulen oder Zeltstangen als fugenloses Ganzes gestaltet wird. Mit einer gefügten Sandsteinmauer und ihrem reichen Wechsel in dem Aussehen der bossirten, gespitzten, gekrönelten und charrirten Oberfläche und in der Behandlung der Fugen soll eine äussere Monierwand niemals in Konkurrenz treten, und würde es auch nicht können, so wenig wie es der Kunstsandstein jemals können wird, wenn es darauf ankommt, das feinfühliges Auge des Künstlers zu ergötzen. In den Gliederungen erst recht bringt es die Herstellung des gegossenen Steinmaterials mit sich, dass es die Feinheiten in der Profilierung und die kecken Unterschneidungen nicht so wiederzugeben vermag, wie sie der Architekt durch den Steinmetzen in natürlichem Sandstein erlangen kann. Deshalb wird unser Bestreben nicht dahin gehen, mit Hilfe von Eiseneinlagen den Cementstein konkurrenzfähiger zu machen gegen echtes Haussteinmaterial, wenn wir auch getrost behaupten dürfen, dass er in Bezug auf Dauerhaftigkeit diesem durchaus nicht nachzustehen braucht.

Aber da, wo es gilt mit geringeren Mitteln die zusammengeleiteten Gesimse aus Gips und Stuck im Aeussern durch etwas Haltbareres von gleichem künstlerischen Werth zu ersetzen, wollen wir nicht anstehen, unter Mitwirkung von bewährten Cementsteinfabrikanten das System Monier auch nach dieser Richtung hin der Technik nutzbar zu machen.

Ueber die
Bemalung von
Monier-Wän-
den, Stützen
und Decken.

Unsere „farbenfreudige“ Zeit, in der man wieder begonnen hat, Bildwerke und ganze Façaden in reichster Farbenskala zu bemalen, wird es erleichtern, auch den äusseren Monierwänden ein Aussehen zu geben, das den reinen Schönheitssinn befriedigt und den philosophirenden Architekten nicht durch widersinnige Verleugnung der Konstruktion und Verletzung seines statischen Gefühls abstösst. Hierfür werden nach dem Entwurfe des Architekten Arwed Rossbach die Umfassungswände des Dioramas über dem Zirkus des Krystallpalastes in Leipzig nach Vollendung des bereits entstehenden Baues ein sprechendes Beispiel liefern. Um eine sicher wetterbeständige Bemalung zu erzielen, soll dieselbe bei diesem Gebäude nach Keim'scher Methode als Mineralmalerei hergestellt werden.

Im Allgemeinen ist indessen die Bemalungsfähigkeit des Cementes eine Frage, die bei den Architekten gerade die meisten Bedenken

gegen die Anwendung von Monier-Decken veranlasst. Weil von einzelnen Cementputzflächen Oel-, Kalk- und Leimfarbenanstriche nach kurzer Zeit abgeblättert und in Staubform heruntergefallen sind, es auch vorgekommen ist, dass bei äusseren Granitflächen der zum Versetzen gebrauchte Cement in jedem Sommer salzhaltige Absonderungen als schmieriges Rinnsal auf dem polirten dunklen Stein gezeigt hat, wird vielfach angenommen, es sei dies eine Eigenheit jeglichen Cementes, die es verschulde, dass auf Cementputzflächen keine Farbe dauernd hafte. Alte erfahrene Maurermeister sind der Ansicht, dass glatter Cementputz die Feuchtigkeit der Luft viel zu wenig anzieht, sodass die durchnässte Farbschicht sich ablöst wie feuchter Klebstoff von polirtem Stein.

Nach den Ergebnissen an selbst ausgeführten Arbeiten und den Erzeugnissen renommirter Cementfabriken zu urtheilen, ist in Bezug auf Ausscheidungen ein Unterschied zu machen zwischen einem mit übermässig viel Wasser angerührtem Cementbrei und einer erprobten Cementmörtelmischung. Bei richtiger Mischung der Mörtelmasse und bei geeigneter Behandlung ihrer Oberfläche unterliegt es keinem Zweifel, dass sich auf Cementmörtel eine durchaus dauerhafte Bemalung herstellen lässt. Es muss nur als Fehler angesehen werden, anzustreichende oder zu bemalende Putzflächen glatt und in fettem Cementmörtel herzustellen.

Wir können uns hier auf das Urtheil von Professor R. Gottgetreu berufen, der in seinem Handbuch über die „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien“, 3. Aufl. Bd. 2 S. 320 u. S. 326—327 sich folgendermassen äussert:

„Soll Portland-Cement mit gutem Erfolge angewendet werden, so ist vor Allem der Mörtelbereitung große Sorgfalt zuzuwenden; so ist kein trübes schlammiges Wasser zu nehmen“ u. s. w. — „Es ist ernstlich zu bedenken, daß das für die Bildung des Cementmörtels erforderliche Wasser nicht Behikel, sondern ein unentbehrliches chemisches Erforderniß ist, und daß das Bereiten von Cementmörtel thatsächlich als ein chemisches Experiment betrachtet werden muß, so daß Jeder, der es unternimmt und von demselben gewisse Resultate erwartet, auch die Bedingungen dafür zu erfüllen hat, im anderen Falle aber dasselbe gar nicht unternehmen sollte.“

„Um den Portland-Cementen, als künstlicher Stein oder als Putz verwendet, gleichmäßige oder beliebige Farben zu geben, sind solche aus Kalkweiß, mit Zusatz farbiger Erden oder metallischer Farben, zu bereiten; mit diesen wird der erhärtete Cement gewöhnlich marmorartig überstrichen und wenn dieser Anstrich, der auf dem Cement haftet, trocken geworden ist, überzieht man ihn mittelst eines Pinsels einige Male mit einer verdünnten Lösung von Natronwassergas. Es bildet sich hierdurch auf der Oberfläche des Cementes eine sehr feste Kruste von kiesel-saurem Kalk, die im Wasser unlöslich ist und einigen metallischen Glanz besitzt. — Soll Cementputz mit

einem Delanstrich versehen werden, so darf dieser erst nach vollständigem Austrocknen des Cementes, etwa nach 4 Wochen, aufgetragen werden; ehe der Anstrich erfolgt, wäscht man den Verputz mit Wasser, in welchem 1 Prozent Eisenvitriol aufgelöst ist, sorgfältig ab.“ — „Sehr dauerhafte Färbungen auf Cementmasse erhält man durch gleiche Volumina Farbförper und feinst gepulverten (zuvor geglühten und abgelöschten) Chalcedon oder Feuerstein, die mit dünner Kalkmilch gemischt und auf die frische Oberfläche der Cementarbeit aufgetragen werden. Noch besser haftet der Anstrich, wenn man der flüssigen Farbe etwas Wasserglas beimischt.“

In Berücksichtigung dessen, dass eine poröse Oberfläche durchaus Erforderniss ist für eine dauerhafte Bemalung und fleckenlosen Anstrich, dass aber bei der Wasserdichtigkeit des eigentlichen Cementkörpers die Widerstandsfähigkeit des Ganzen gegen Angriffe von Wasserdunst nicht beeinträchtigt wird durch die Porigkeit einer gemeinsam abbindenden und deshalb festhaftenden Oberschicht, zumal wenn die Farbe die Poren wieder verklebt, ist schon von Anfang an bei Monier-Decken und Wänden stets eine besondere Putzschicht aufgebracht worden, sobald die Konstruktion ausgeschalt war. Da wo es auf Billigkeit ankommt, wie bei Wänden und Decken in einfachen Wohngebäuden, wird die poröse Putzschicht in gewöhnlichem Kalkmörtel hergestellt wie an allen anderen Bautheilen desselben Raumes, nur wird der Vorputz so zeitig und gleich von den eigenen Arbeitern aufgebracht, dass er noch mit dem Cementkörper der Konstruktion gemeinsam abzubinden und zu erhärten vermag.

Gilt es dagegen für reiche Bemalung einen tauglichen Untergrund zu schaffen, so wird auf den Cementkörper eine poröse Deckschicht aus Cement und Bimskieseln in magerem Mischungsverhältniss aufgebracht. In dieser Weise ist im November 1886 in der Villa des Herrn Clouth in Nippes eine Monier-Decke unter einer Terrasse in abgeschlossenem Raum hergestellt und wegen der Dringlichkeit der Ausführung schon am vierten Tage bemalt worden. Trotzdem die Decke oben den Angriffen des Tagewassers und unten der Wärme und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, wie sie in bewohnten Räumen erzeugt wird, hat die Bemalung weder durch Abblättern der Farbe noch durch irgend welches Durchschlagen des Cementes bis heute im Geringsten gelitten. Dabei stellt der grösste Theil dieser Malerei Luft und duftiges Gewölk dar, d. h. Gebilde, auf denen sich jeder Fleck in hässlichster Weise kundgeben würde. Die Körnigkeit des Malgrundes hat sich hier nur als ein grosser Vorzug bewiesen, sowohl für die Leichtigkeit der malerischen Bearbeitung wie für die Wirkung der Farbentöne.

Für monumentale Malerei, bei der gegen den Werth des Gemäldes der Preis des Malgrundes völlig verschwindet, sei hier noch auf den Bericht der „Deutschen Bauzeitung“ 1886, S. 525—526 „über wetterbeständige Anstriche und Malereien auf Cement“ und das Verfahren

„Cement für stereochromatische Bemalung tauglich zu machen“, verwiesen, welches den Herren Dr. G. v. Koch und Dr. R. Adamy in Darmstadt im Jahre 1884 patentirt worden ist.

Die Bequemlichkeit und Schnelligkeit, mit der sich dekorative Decken unter Verwendung fabrikmässig ausgeführter oder in der Werkstatt besonders angefertigter Gips- und Stuckornamente herstellen lassen, macht es wünschenswerth, dass auch die Monierdecke eine solche Ornamentirung aufnehmen könne. Es ist angezweifelt worden, dass der Cement eine genügende Adhäsion auf Gips und Stuck ausübe, um damit allein genügend sicher die oft weit vorspringenden Ornamente halten zu können. — Die Stettiner Portlandcementfabrik hat nachgewiesen (siehe „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien“ von R. Gottgetreu, 3. Aufl., Bd. II, S. 327), dass der von Portlandcement angefertigte Verputz auch auf Lehm- und Erdwänden fest und dauerhaft haftet. Es leuchtet ein, dass ein so stark adhärirendes Material wie der Cement, besonders mit porös gehaltener Oberfläche, auch Stuck und Gips noch besser binden muss, als eine glatte Gipsdecke oder gewöhnlicher Kalkputz dies zu thun vermag. — Die Ausführungen der früheren Firma Diss & Wayss in dem allen Fachleuten Deutschlands bekannten Opernhause zu Frankfurt a/M. liefern den Beweis, dass Stuckverzierungen auf Cement-Beton unzweifelhaft sicher haften, selbst wenn sie in monumentalen Dimensionen angegipst werden. — Wenn man kein Bedenken trägt, weit ausladende Stuckmassen an Schalbretter zu schrauben, die sich werfen oder derartig faul und morsch werden, dass die Holzschrauben sich lösen, sollte man mit sehr viel mehr Ruhe der Unveränderlichkeit einer Cement-Eisen-Decke und der Adhäsion des Cementes vertrauen, welcher die aller anderen gewöhnlichen Bindemittel nicht gleichkommt. Den Architekten, welchen die Adhäsion allein nicht ausreichend erscheint zur sicheren Befestigung der Gips- und Stuckornamente, bleibt noch das weitere Befestigungsmittel, an das tragende Eisengerippe der Monierkonstruktion die ornamentirten Gips- tafeln und weitausladenden Ornamentstücke mit starkem Draht anzuknüpfen und in den Fugen zu dichten. Es wird dann erst nachträglich der steife Cementmörtel von oben auf das Eisengerippe der Konstruktion gebracht und für diese rein dekorativen Decken auch ohne Einstampfen des Cementmörtels mehr als ausreichende Festigkeit und zugleich eine sehr wünschenswerthe Wasser- und Luftdichtigkeit erzielt.

Für den Architekten kommt endlich noch die Leichtigkeit oder Schwierigkeit der ästhetischen Formgebung eines Stoffes und der Durchbildung einer Konstruktion aus verschiedenen Materialien in Frage. Bei den meisten modernen Aufgaben besteht die Hauptschwierigkeit der künstlerischen Lösung in der Verbindung des Steinbaues mit dem Eisenbau. Die grosse Massigkeit des einen und die allzugerings des anderen lässt eine Vereinigung beider in harmonischer Weise kaum zu.

Ueber die Bekleidung von Cementflächen mit Gips- und Stuckornamenten.

Ueber die leichte Formgebung der Cement-Eisen-Konstruktionen.

Es ist vorauszusehen, dass die Dünnwandigkeit tragfähiger Moniergewölbe und massiver Wandfüllungen nach dem gleichen System ein weit günstigeres Verhältniss zwischen Stütze, Decke und vertikalem Raumabschluss schaffen wird, sowohl bei Bauten in Eisen- und Monier-Konstruktionen, als bei denen aus Stein und Baustücken von Cement und Eisen.

Dem Aesthetiker ferner, dem die Gefälligkeit der Formen und der mannigfache Wechsel der Linienführung höher steht als die vernunftsgemässe Beachtung der Materialstruktur und des Konstruktionsgedankens, kann die reiche Gestaltungsfähigkeit der Bautheile aus Cement auf Eisen von ganz besonderem Vortheil sein. Ihn wird die Anwendung der Monier'schen Bauart nicht in Misskredit bringen können bei den Anhängern einer strengeren Kunstrichtung. Beide Anschauungen über das Wesen der Kunst werden sich in dieser Bauweise einig sehen.

Der Verehrer freier schöner Formen wird sich nicht eingeschränkt fühlen durch die Starrheit der Materialien, denn plastischer als Cement und schmiegsamer als Eisendraht kann man sich bis heute nichts vorstellen von gleicher statischer Leistungsfähigkeit. Der strenge Kunstrichter aber wird sich auch nicht verletzt fühlen durch die Vergewaltigung des Materials und die Missachtung konstruktiver Gesetze.

Das „System Monier“ in seiner Anwendung auf das Ingenieurbauwesen.

Wie es schon der Titel der vorliegenden Schrift besagt, soll die Verbindung von Eisengerippen mit Cement in ihrer Anwendung auf das gesammte Bauwesen zur Besprechung kommen. — Weil der Erfinder selbst seither die Einführung seiner Bauweise in den Hochbau weniger in's Auge gefasst hat, dagegen mit seinem System in der Anwendung auf das Ingenieurbauwesen bereits so weit gegangen ist, dass er sogar die Herstellung von Eisenbahnschwellen versuchte, so kam es hier zunächst darauf an, für die Erfindung Monier's auch die Architekten zu gewinnen. Es galt also ihre weitgehendsten Bedenken gegen eine ausgedehntere Anwendung von Cement und Eisen zu beseitigen, während es für die Ingenieure, deren vorzüglichste Baumaterialien das Eisen und der Cement heute bereits sind, allein auf den Nachweis anzukommen schien, dass das Eisen, in Cement eingebettet, nicht verroste, bei Temperaturänderungen den Verbindungsstoff nicht zerstöre und in Folge der grossen Adhäsion mit dem Cement zu gemeinsamer Wirkung sich vereinigen lasse.

Sind auch im Vorangegangenen die angeführten Beispiele meistens dem Hochbauwesen entlehnt, so soll doch daraus nicht auf eine Absicht des Patentinhabers geschlossen werden, seine Thätigkeit allein den Hochbauausführungen zuwenden zu wollen.

Die nachstehend gebrachte Theorie der Monier-Konstruktionen, zumal die für Röhren und Behälter, die Belastungsproben No. 9, 11 und 13 unter den Berliner Versuchen und diejenige für die Wiener-Neustädter Tiefquellenleitung, endlich die weiter unten gebrachten Beispiele von Entwürfen und Ausführungen im Ingenieurbau, und die fabrikmässig vorgesehene Herstellung von Röhren- und Strassenbelag-Platten erklären wohl zur Genüge die weitgehende Benutzbarkeit der Cement-Eisen-Verbindung auch für den Tiefbau. Die grossen Abmessungen, die man den Kanälen und Röhren in der Monier'schen Konstruktionsweise unter Einhaltung geringer Wandstärken zu geben vermag ohne Beeinträchtigung ihrer Widerstandsfähigkeit, die Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit aller Bautheile aus Eisen in Cement sowohl über wie unter der Erde, machen die Monier'schen Ausführungen nicht nur den Röhren in reinem Cement, glasiertem Thon oder in Gusseisen, sondern auch den gemauerten Kanälen überlegen. Gleich gut ausführbar in fortlaufender Strecke ohne besondere Zusammensetzung aus einzelnen Stücken werden die Kanäle aus Cement auf Eisengerippen schneller benutzungsfähig, sind bei Unterspülungen durch ihre grosse Biegefestigkeit gegen Versackungen gesichert, überhaupt weit zuverlässiger in Bezug auf dauernde Dichtigkeit und Undurchdringlichkeit für Wasser und gesundheitsschädliche Gase. Die Verunreinigung des Erdbodens und der Grundluft in den Städten durch undichte Leitungsstränge der Kanalisation und der Gasanstalten wird weniger zu befürchten sein bei den besseren Dichtungen, die sich an Monier-Röhren ausführen lassen und bei der Möglichkeit, ganze Strecken auch in geringeren Weiten in einem Stück herstellen zu können, wenigstens soweit die Ausführung der Leitungen in Cement auf Eisengerippen überhaupt dabei in Frage kommen kann. Ebenso wird das zu leitende Trinkwasser besser gesichert sein gegen etwaige Verunreinigungen durch den umgebenden Boden.

Die Vorzüge der Monier'schen Bauweise bei Herstellung grosser Behälter gegenüber solchen in geschichtetem Mauerwerk sind schon auf S. 11 erörtert worden.

Auch auf die Vorthelle, welche die Leichtigkeit der äusserst tragfähigen Konstruktionen für die Beläge grösserer Brücken bietet, braucht hier nur kurz hingewiesen zu werden, weil die Ausführung der kleineren ganz in Eisenrippen und Cement durch eine Aufnahme nach der Natur weiter hinten dargestellt ist. Für die Anwendung des Systems Monier in der Industrie giebt die vorangestellte Uebersicht über das Verwendungsgebiet und die Besprechung einzelner nachfolgender Abbildungen genügenden Anhalt.

Zum Schluss seien nur die Vortheile der Bauweise in Cement und Eisen noch einmal kurz aufgezählt: die Dauerhaftigkeit der Monier-Konstruktionen und ihre Widerstandsfähigkeit selbst gegen unberechenbare Angriffe, ihre geringe Massigkeit, ihre in sich stabile Form, die schnelle Benutzungsfähigkeit, ihre hygienischen Vorzüge und endlich die Tauglichkeit der Objekte für die ästhetische Ausbildung und deren reiche Gestaltungsfähigkeit. — Damit möge diese Bauweise nicht nur den Ingenieuren, sondern auch den Architekten in widestem Umfange empfohlen sein!



THEORIE

einiger wichtiger Konstruktionen

nach System Monier

Metallgerippe mit Cementschüttung

nach der von Regierungs-Baumeister M. Koenen im Centralblatt der Bauverwaltung (Jahrgang 1886) angegebenen, mit den Belastungsversuchen übereinstimmenden Berechnungsweise.

I. Monier-Platten, beliebig belastet.

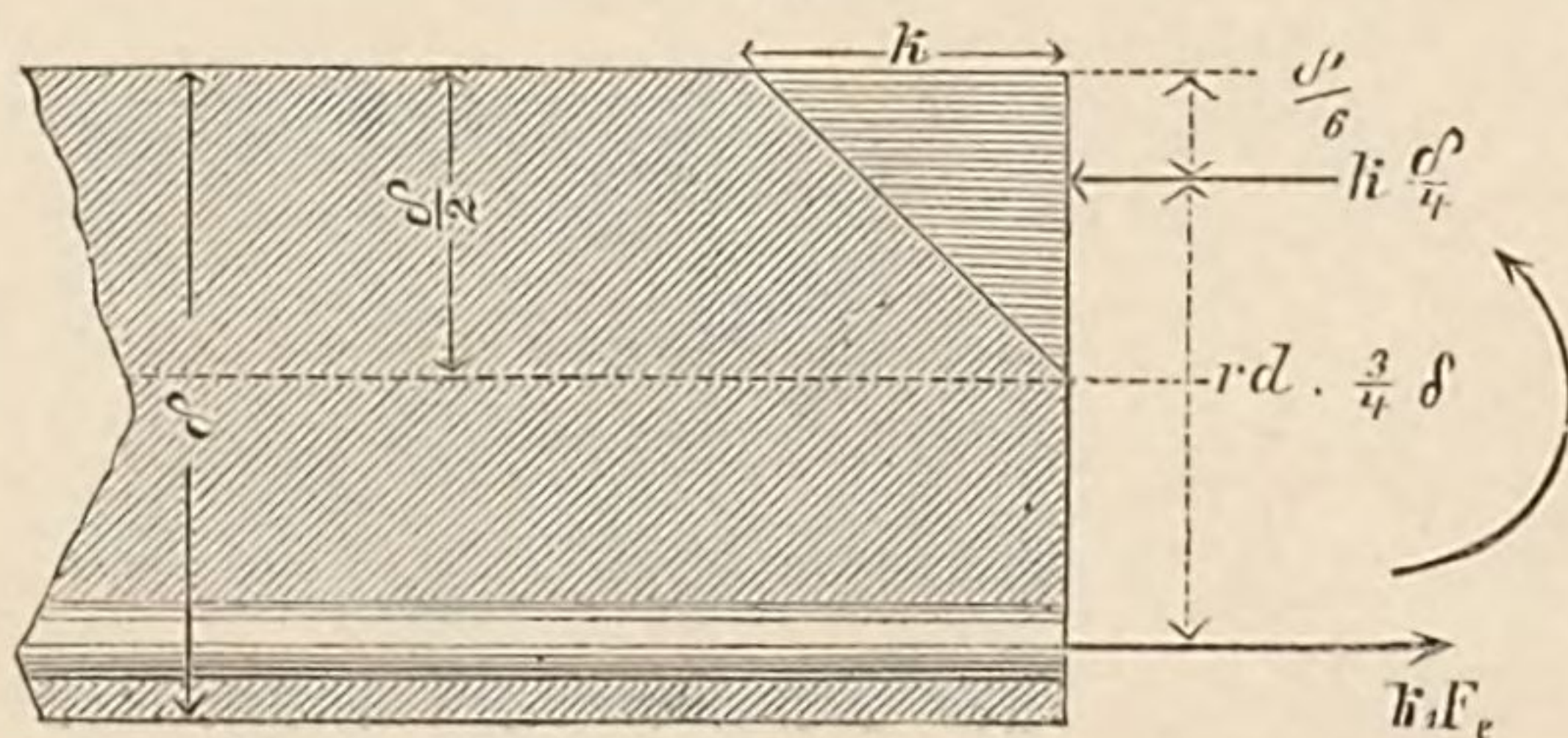
Monier-Platten, welche wie ein Balken auf zwei Stützen auf Biegung in Anspruch genommen werden, mögen dieselben eben oder von Auflager zu Auflager beliebig, aber einfach gekrümmt sein, also auch bogenförmige Gebilde, die bei freier Beweglichkeit der Auflager im wagerechten Sinne von nur senkrecht gerichteten Auflagerdrücken getragen werden, also keinen Seitenschub ausüben bzw. für sich in Anspruch nehmen sollen, erhalten Stärke und Eisenquerschnitt nach folgender Festigkeitsberechnung:

Es sei gegeben eine Platte, deren Breite gleich der Längeneinheit und es bezeichne:

- δ die Dicke der Platte,
- F_e den Eisenquerschnitt,
- $M_{\max}$ das grösste Biegemoment,
- k die zulässige Druckspannung des Cementschüttels,
- k_1 die gestattete Zugspannung des Schmiedeeisens;

bringt man die inneren Kräfte, welche das Widerstandskräftepaar ergeben, in der hiernebenangedeuteten Weise in Ansatz (Abb. 1), wobei auf die Zugspannung des Cementschüttels verzichtet ist, so berechnen sich δ und F_e aus den beiden Gleichgewichtsbedingungen:

Abb. 1.



$$1. \dots k_1 \cdot F_e = k \frac{\delta}{4}$$

$$2. \dots k \frac{\delta}{4} \cdot \frac{3}{4} \delta = M_{\max}$$

woraus:

$$I. \dots \delta = 2,31 \sqrt{\frac{M_{\max}}{k}}$$

$$II. \dots F_e = \frac{1}{4} \frac{k}{k_1} \delta$$

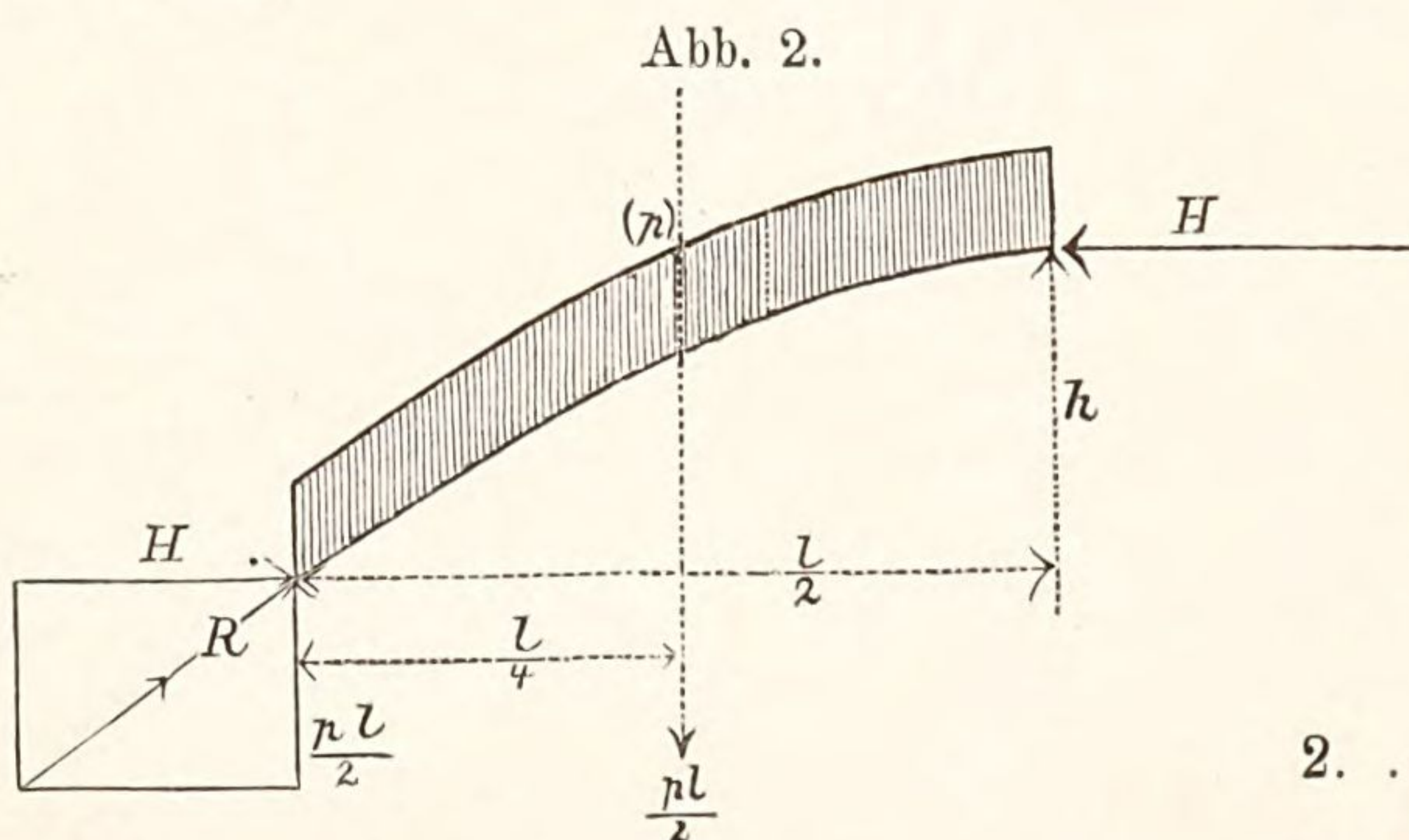
II. Monier-Gewölbe für gleichmässig vertheilte Belastung, ganz und einseitig.

A. Kappengewölbe.

1. Volle Belastung.

a) Parabelbogen.

Für gleichmässig vertheilte volle Belastung ist der Parabelbogen Stützlinie. Ist also das Moniergewölbe nach einem Parabelbogen geformt, und bezeichnet p die Belastung für die Flächeneinheit Grundriss, l die Spannweite, h die Pfeilhöhe (Abb. 2), so erhält man aus der Kräftepaargleichung am halben Gewölbe den Seitenschub H , also aus Gleichung



$$Hh = \frac{pl}{2} \cdot \frac{1}{4} \quad \text{oder}$$

$$1. \dots H = \frac{pl^2}{8h}$$

Der grösste Druck findet am Kämpfer statt, und ist daselbst

$$R = \sqrt{\left(\frac{pl}{2}\right)^2 + H^2} \quad \text{oder}$$

$$2. \dots R = \frac{pl}{2} \sqrt{1 + \frac{l^2}{16h^2}}$$

Bezeichnet wie unter I:

δ die Dicke der Platte,

k die zulässige Druckspannung des Cementmörtels,

k_1 diejenige des Schmiedeeisens,

F_e den Eisenquerschnitt, so wird mit Gl. 2,

$$(\delta - F_e) k + F_e \cdot k_1 = \frac{pl}{2} \sqrt{1 + \frac{1}{16} \frac{l^2}{h^2}}$$

Setzt man $F_e = \frac{1}{n} \delta$, so wird

$$\delta = \frac{pl}{2} \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{16} \frac{l^2}{h^2}}}{k + \frac{1}{n} (k_1 - k)}$$

Wir nehmen das Verhältniss $\frac{1}{h}$ konstant $= 10$; alsdann wird

$$\text{I.} \dots \delta = 1,35 \text{ pl } \frac{1}{k + \frac{1}{n} (k_1 - k)}$$

$$\text{II.} \dots F_e = \frac{1}{n} \delta$$

b) Kreisbogen.

Volle gleichmässig vertheilte Belastung.

Die unter a ermittelten Werthe gelten nur unter der gemachten Voraussetzung eines Parabelbogens. Wird letzterer in der Praxis durch einen Kreisbogen ersetzt, so treten noch Biegemomente auf, die mit wachsendem Pfeilverhältniss

niss $\frac{h}{l}$ zunehmen. Um die

Grösse derselben festzustellen, ist zu beachten, dass die Parabelstützlinie mit hinreichender Genauigkeit aus der Bedingung sich ableiten lässt; dass dieselbe um ebenso viel nach oben wie nach unten vom Kreisbogen abweicht (Abb. 3) in der Art, dass die algebraische Summe der senkrecht gestrichelten Momentenflächen gleich Null ist. Hiernach muss der Flächeninhalt des Parabelabschnitts mit der

Pfeilhöhe y_0 gleich dem des Kreisabschnitts sein. Die Bedingung lautet daher:

$$\frac{2}{3} l \cdot y_0 = \frac{r^2}{2} \alpha - \frac{1}{2} (r-h)$$

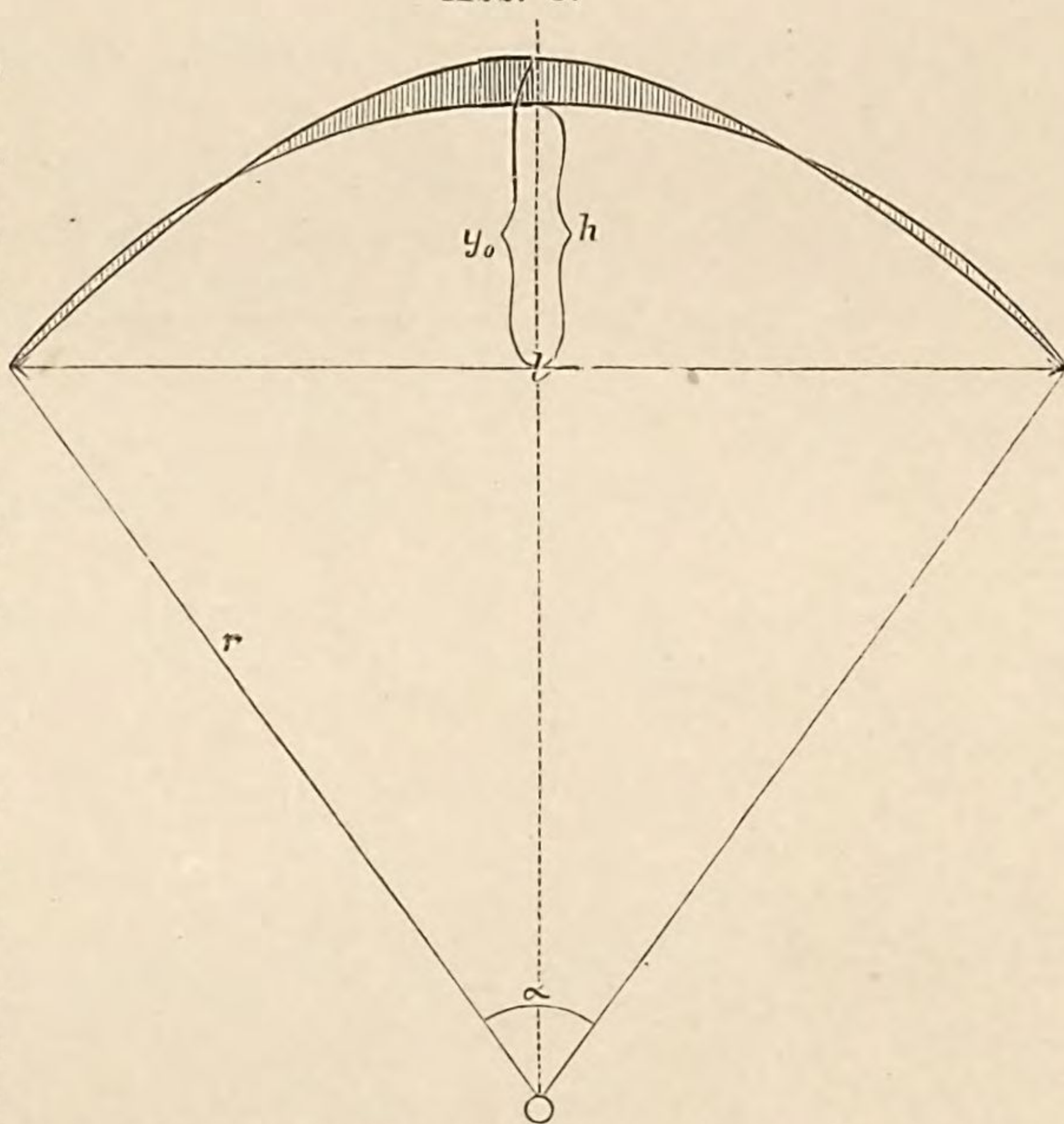
$$\text{Da aber } \sin \alpha = \frac{l(r-h)}{r^2} \text{ und } r = \frac{l^2}{8h} + \frac{h}{2}$$

so wird

$$\frac{2}{3} l \cdot y_0 = \frac{1}{2} \left(\frac{l^2}{8h} + \frac{h}{2} \right)^2 \left[\arcsin \frac{1 \left(\frac{l^2}{8h} - \frac{h}{2} \right)}{\left(\frac{l^2}{8h} + \frac{h}{2} \right)^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{l^2}{8h} - \frac{h}{2} \right) \right] \text{ oder}$$

$$\frac{y_0}{l} = \frac{3}{4} \left(\frac{l}{8h} + \frac{h}{2l} \right)^2 \left[\arcsin \frac{8 \frac{l^3}{h^3} - 32 \frac{l}{h}}{\left(\frac{l^2}{h^2} + 4 \right)^2} - \frac{3}{4} \left(\frac{l}{8h} - \frac{h}{2l} \right) \right]$$

Abb. 3.



für $\frac{1}{h} = 10$ gesetzt, erhält man

$$\begin{aligned}\frac{y_0}{l} &= \frac{3}{356} (10+0,4)^2 \left(\arcsin \frac{8[10-0,4]}{[10+0,4]^2} \right) - \frac{3}{32} (10-0,4) \\ &= \frac{3}{256} \cdot 108,16 \cdot 0,79 - \frac{3}{32} \cdot 9,6 \\ &= 1,0013 - 0,9 \\ &= 0,1013; \text{ also} \\ y_0 - h &= l (0,1013 - 0,10) \\ &= 0,0013 l = \frac{1}{770} l.\end{aligned}$$

Das Biegemoment im Scheitel, welches das grösste, ist somit

$$M_{\max} = H \cdot \frac{1}{770} l;$$

$$\text{da aber } H = \frac{pl^2}{8 y_0} = \frac{pl}{8 \cdot 0,1013} = 1,234 pl, \text{ so wird}$$

$$1. \dots M_{\max} = 1,234 pl \cdot \frac{1}{770} l = \frac{1}{624} pl^2$$

Bezeichnet W das Widerstandsmoment und F den Querschnitt, so ist bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Mitteldrucks H die grösste Spannung

$$\sigma = \frac{1}{624} \frac{pl^2}{W} + 1,234 \frac{pl}{F}$$

$$\text{Nun ist } W = \frac{3}{16} \delta^2 \text{ (vgl. Monierplatte Gl. 2)}$$

und $F = \delta$; daher

$$2. \dots \sigma = \frac{1}{117} \frac{pl^2}{\delta^2} + 1,234 \frac{pl}{\delta}$$

Setzt man $\sigma =$ der zulässigen Beanspruchung k , so ergibt sich δ aus Gleichung

$$\delta^2 - 1,234 \frac{pl}{k} \delta = \frac{1}{117} \frac{pl^2}{k}, \text{ woraus}$$

$$I. \dots \delta = \frac{pl}{k} \left(0,617 + \sqrt{0,38 + \frac{1}{117} \frac{k}{p}} \right)$$

Der Eisenquerschnitt kann, wenn auch etwas zu gross, wie bei der Monierplatte angenommen werden, und zwar ist danach

$$II. \dots F_e = \frac{1}{4} \frac{k}{k_1} \delta$$

2. Einseitige Belastung.

Die ungünstigste einseitige Belastung liegt dann vor, wenn nahezu die Hälfte des Bogens belastet ist; ist dann p_1 die Last für die Flächeneinheit Grundriss, so wird der Seitenschub hinreichend genau $= \frac{p_1 l^2}{16 \cdot y_0}$ und

$$M_{\max} = \frac{p_1 l^2}{64}; \text{ daher die grösste Beanspruchung}$$

$$\sigma_1 = \frac{p_1 l^2}{64 \cdot W} + \frac{p_1 l^2}{16 y_0 \cdot F}; \text{ für volle Belastung war}$$

$$\sigma = \frac{1}{624} \frac{p l^2}{W} + \frac{p l^2}{8 y_0 F}; \text{ soll } p_1 \text{ so gewählt werden, das } \sigma_1 = \sigma \text{ wird, so muss}$$

$$p_1 \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{16} \frac{1}{y_0} \cdot \frac{W}{F} \right) = p \left(\frac{1}{624} + \frac{1}{8} \frac{1}{y_0} \frac{W}{F} \right)$$

$$\text{da aber } \frac{W}{F} = \frac{3}{16} \delta \text{ und } \frac{1}{y_0} = \frac{1}{0,1013 l}, \text{ so wird}$$

$$\text{III. } \dots \dots \frac{p^1}{p} = \frac{\frac{1}{624} + \frac{1}{4,32} \frac{\delta}{l}}{\frac{1}{64} + \frac{1}{2,16} \frac{\delta}{l}}$$

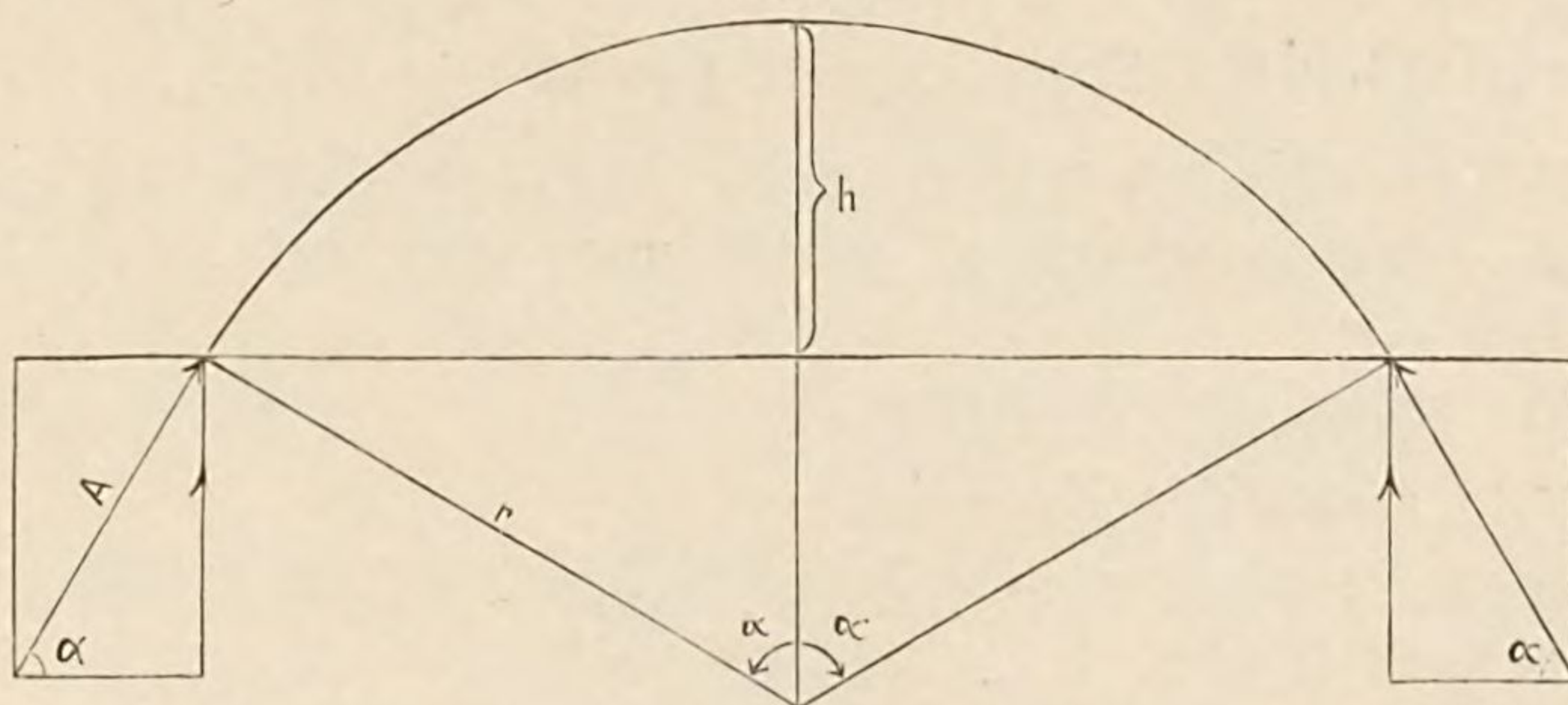
Man kann nun für den vorliegenden Zweck hinreichend genau für $\frac{\delta}{l}$ einen unveränderlichen Durchschnittswerth $= \frac{1}{120}$ einführen; es wird dann

$$\text{IV. } \dots \dots \frac{p^1}{p} = \text{rd. } \frac{1}{5}.$$

B. Kuppelgewölbe.

Die Rundeisenstäbe werden nach Richtungen der Trajektorien der Hauptspannungen eingelegt, folgen also (nach der Schwedler'schen Theorie) den Meridianen und Parallelkreisen.

Abb. 4.



Bezeichnet:

p das Gewicht der Flächeneinheit Kuppeloberfläche mit Einschluss der Auflast, die in radialer Richtung durchweg gleich hoch aufliegt,

A die Meridianspannung für die Längeneinheit Parallelkreis (Druck positiv),

B die Ringspannung für die Längeneinheit Meridian,
r der Halbmesser des die Kuppelfläche erzeugenden Kreisbogens,

so muss zum Gleichgewicht in lothrechter Richtung unter beliebigem Mittelpunktswinkel α die Summe der lothrechten Seitenkräfte der Meridianspannungen A, also $A \sin \alpha \cdot 2 r \sin \alpha \cdot \pi$, dem Gewicht der Kuppelkalotte $= p \cdot 2 r \pi h$ gleich sein, oder

$$A = \frac{p r h}{r \sin^2 \alpha} = \frac{p r (1 - \cos \alpha)}{1 - \cos^2 \alpha}; \text{ oder}$$

$$1. \dots A = p r \frac{1}{1 + \cos \alpha}.$$

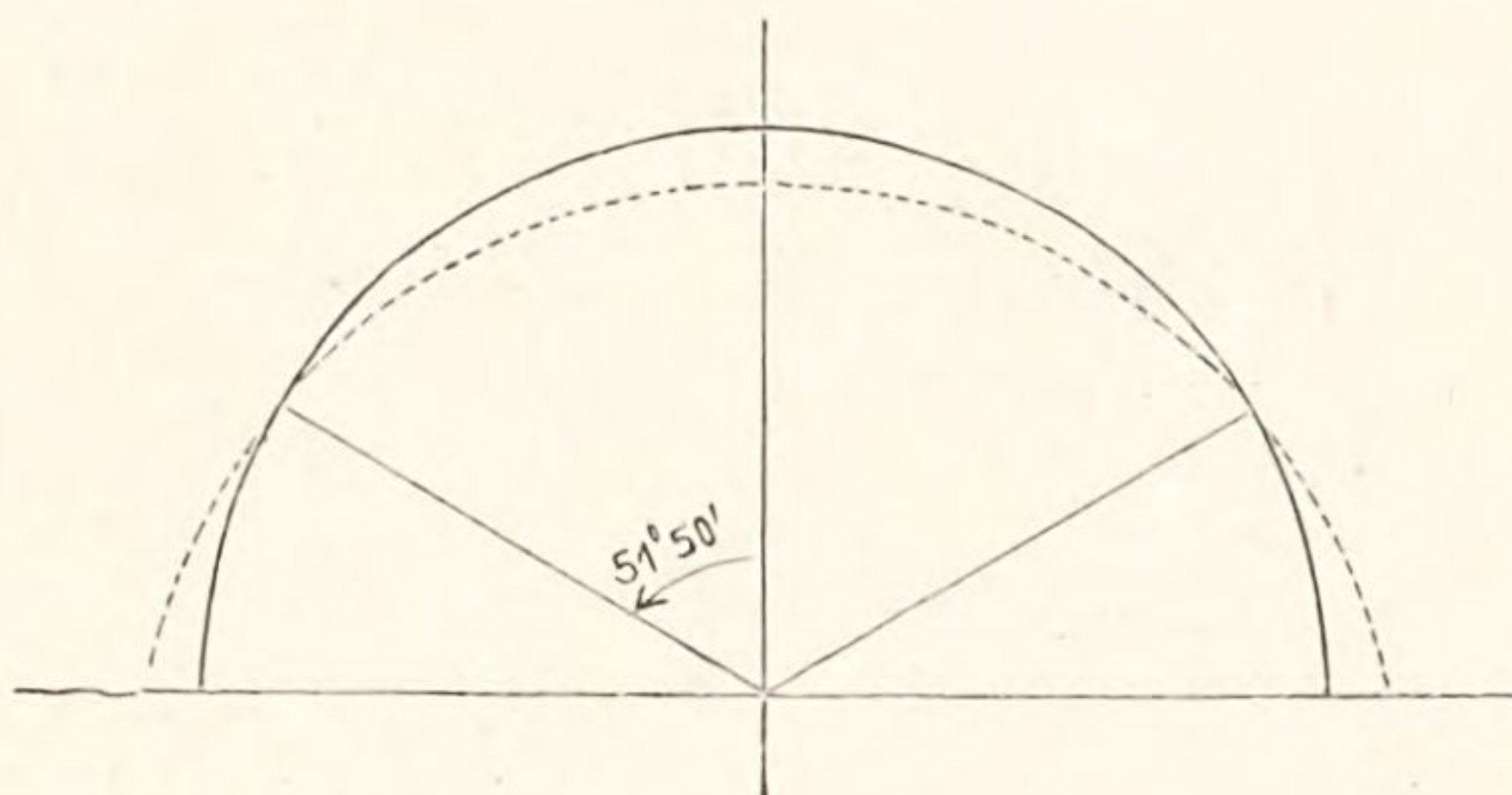
Zum Gleichgewicht im radialen Sinne (entsprechend der Grundgleichung $T = N \cdot r$ bei cylindrischen Flächen) muss wegen der doppelten Krümmung der Kuppelfläche

$$A + B = p \cos \alpha \cdot r \text{ sein, oder}$$

$$2. \dots B = p r \left(\cos \alpha - \frac{1}{1 + \cos \alpha} \right).$$

Während A stets Druck ist, der mit α , also nach dem Rande der Kuppel hin wächst, bleibt B nur innerhalb eines Mittelpunktswinkels von $51^\circ 50'$ Druck und geht von da in Zug über, der gleichfalls nach dem Kuppelrande hin sehr rasch zunimmt, entsprechend der in Abb. 5 angedeuteten Formänderung.

Abb. 5.



Im Scheitel erreicht B_{Druck} seinen grössten Werth $= \frac{p r}{2}$, ebenso gross wie A daselbst; im Aequator wird $A = p r$ Druck, dagegen $B = - p r$ Zug.

Unter Zugrundelegung der beiden letzteren Werthe für die ganze Kuppel, wie unten geschehen, erhält man also auf alle Fälle ausreichende Stärken.

Bezeichnet nunmehr

δ die Dicke der Kuppel,

F_e den Eisenquerschnitt der Meridianstäbe für die Längeneinheit Parallelkreis,

F_e' den Eisenquerschnitt der Ringstäbe für die Längeneinheit Meridian,

k die zulässige Druckbeanspruchung des Cementbetons,

k_1 die zulässige Zug- oder Druckbeanspruchung des Schmiedeeisens, so wird, wenn

$$F_e = \frac{1}{n} \delta \text{ gesetzt wird,}$$

$$\frac{1}{n} \delta \cdot k_1 + \delta \left(1 - \frac{1}{n}\right) k = p r, \text{ woraus}$$

$$\text{I. } \delta = \frac{p r}{1 + \frac{1}{n} (k_1 - k)}.$$

Verzichtet man auf die Zugspannung des Cementbetons, so wird

$$\text{II. } F_e' = \frac{p r}{k_1}; \text{ endlich wie oben}$$

$$\text{III. } F_e = \frac{1}{n} \delta.$$

III. Cylindrische Röhren.

a) Mit **innerem** Normaldruck.

Bezeichnet

r den halben lichten Durchmesser der Röhre, deren Länge gleich der Längeneinheit;

p den Normaldruck für die Flächeneinheit der inneren Röhrenwandfläche;

δ die Stärke der Röhrenwand;

k die zulässige Zugbeanspruchung des Cementbetons;

k_1 diejenige des Schmiedeeisens;

F_e den Eisenquerschnitt, so wird

$$(\delta - F_e) k + F_e \cdot k_1 = p \cdot r$$

Setzt man $F_e = \frac{1}{n} \delta$, so wird

$$\delta = \frac{p \cdot r}{k + \frac{1}{n} (k_1 - k)}$$

b) Mit **äusserem** Normaldruck.

Derselbe Werth für δ gilt auch für Röhren mit Normaldruck von Aussen, wobei indess für k und k_1 die zulässigen Druckspannungen der bezüglichen Materialien einzuführen sind.

IV. Freistehende cylindrische Wasserbehälter.

Bezeichnet

r den halben lichten Durchmesser des Behälters;

h die Höhe des höchsten Wasserspiegels über der Sohle;

γ das Einheitsgewicht des Wassers;

δ die Wandstärke in beliebiger Tiefe x unter dem höchsten Wasserspiegel;

F_e den Eisenquerschnitt der Wand daselbst f. d. Tiefeneinheit;
 δ_h die Wandstärke an der Sohle in der Tiefe h unter dem
höchsten Wasserspiegel;

k die zulässige Zugbeanspruchung des Cementbetons;

k_1 diejenige des Schmiedeeisens, so wird

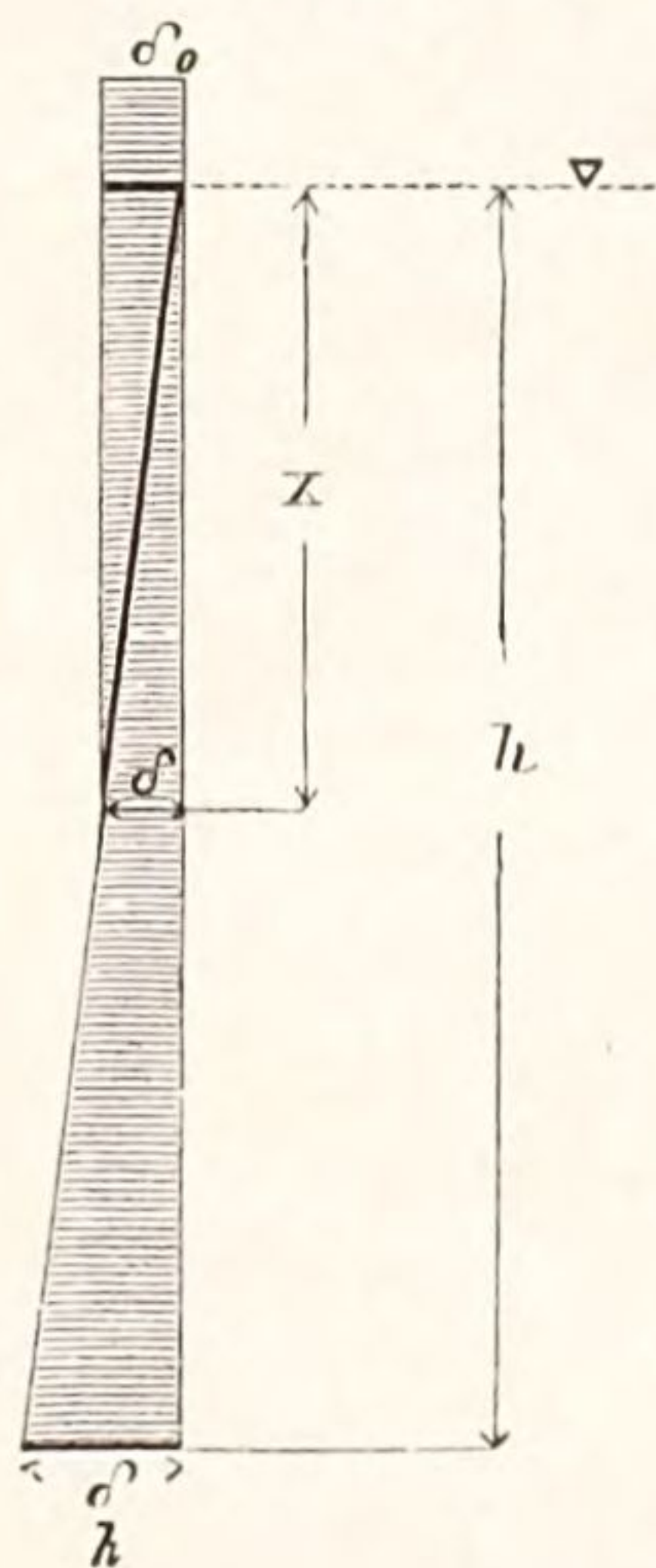
$$(\delta - F_e) k + F_e \cdot k_1 = \gamma \cdot x \cdot r.$$

Setzt man $F_e = \frac{1}{n} \delta$, so wird

$$1. \dots \delta = \frac{\gamma \cdot x \cdot r}{k + \frac{1}{n} (k_1 - k)}$$

Nach dieser Formel wächst δ mit der Tiefe x nach der Geraden;
für $x = 0$ wird also die Wandstärke $\delta = 0$, eine praktische Unmöglich-
keit; man muss vielmehr mit einer passenden Anfangsstärke δ_0 und dem
entsprechenden Eisenquerschnitt $\frac{1}{n} \delta_0$ beginnen und diese zweckmässig

Abb. 6.



bis zu der Tiefe beibehalten, wo sie dem berechneten
Werthe gleich wird; von da ab tritt obige Formel
für δ in ihre Rechte.

Für die Tiefe h wird

$$2. \dots \delta_h = \frac{\gamma \cdot h \cdot r}{k + \frac{1}{n} (k_1 - k)}$$

Durch Division der beiden Gleichungen durch
einander ergibt sich

$$3. \dots \frac{\delta}{\delta_h} = \frac{x}{h}.$$

Nachdem δ_h berechnet, findet man δ für jede
Tiefe x bequem durch nebenstehende Konstruktion
(Abb. 6), in welcher auch die Anfangsstärke δ_0 be-
rücksichtigt ist.



Bisherige Versuche

an

Probe-Objecten aus Cement und Eisen

in Bezug auf

**Tragfähigkeit, Feuerfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Stoss
und das Verhalten des Cementes und Eisens zu einander.**



Um endlich damit aufhören zu können, die Bauausführungen nach Monier's System durch unnöthigen Materialaufwand zu vertheuern, ohne andererseits ihre Solidität in Frage zu stellen, war es nöthig, den rein empirischen Weg zur Querschnittsbestimmung der verschiedenen Objecte zu verlassen. Ferner galt es, alle die Bedenken zu prüfen, welche der Bauweise Moniers von Fachleuten entgegengebracht wurden und die der vorbezeichnete Patentinhaber selber theilte, als er sich mit dem Gedanken trug, von Herrn Monier das Ausnutzungsrecht seiner Erfindung zu erwerben. In Erwägung dessen wurden zuerst in Berlin im Februar 1886 unter dem Beisein von Baubeamten des Königlichen Polizei-Präsidiums und zahlreicher anderer Fachleute Belastungs-Proben an Monier-Objecten vorgenommen. Daran schlossen sich im August desselben Jahres Brandproben vor dem Königlichen Polizei-Präsidium zu Berlin, die verschiedenen Versuche in Breslau, die Vergleichsprobe zwischen Wellblech- und Monierdecke in Köln im November 1886 und die Belastungsprobe für die Ausführung der Tiefquellen-Wasserleitung in Wien.

Auf diese Versuche hat die einleitende Besprechung des ganzen Systems mehrfach Bezug nehmen müssen, um die Widerlegungen der dort aufgezählten Bedenken gegen die Erfindung Monier's durch den Nachweis beglaubigter Thatsachen begründen zu können. Auch die vorstehende Koenen'sche Theorie der Konstruktionen (vergl. Centralblatt der Bauverwaltung vom 20. November 1886) ist gestützt auf die Ergebnisse

dieser praktischen Untersuchungen und erweist sich als übereinstimmend mit ihnen bei den Kalkulationen, wie sie die Praxis mit sich bringt.

Deshalb sind die genannten Versuche der Reihe nach hier angeschlossen, wie die amtlichen Protokolle sie enthalten.

I.

Resultate der Belastungs-Proben in Berlin.

Von den nachstehend durch Abbildungen und Anmerkungen erläuterten 14 Versuchs-Objekten sind die ersten 10 durch das Königliche Polizei-Präsidium zu Berlin am 23. Februar 1886 in Gegenwart einer grossen Zahl bedeutender Architekten und Ingenieure erprobt worden. Die tabellarisch zusammengestellten Resultate sind dem von genannter Behörde beglaubigten Messungsprotokoll genau und vollständig entnommen.

Die Messungen bei den Versuchsobjekten No. 11–13 sind durch Herrn Regierungs-Baumeister Wächter aufgenommen und bescheinigt worden.

Bei dem Versuch No. 12 ist gegenüber der ersten Veröffentlichung die Stellung der Zeiger berichtigt worden, die bei der Probeabnahme keine lothrechte, sondern eine radiale war. Auch sind die Maasse der Spannweite, Pfeilhöhe und der belasteten Bogenlänge als Ergänzung nachgetragen.

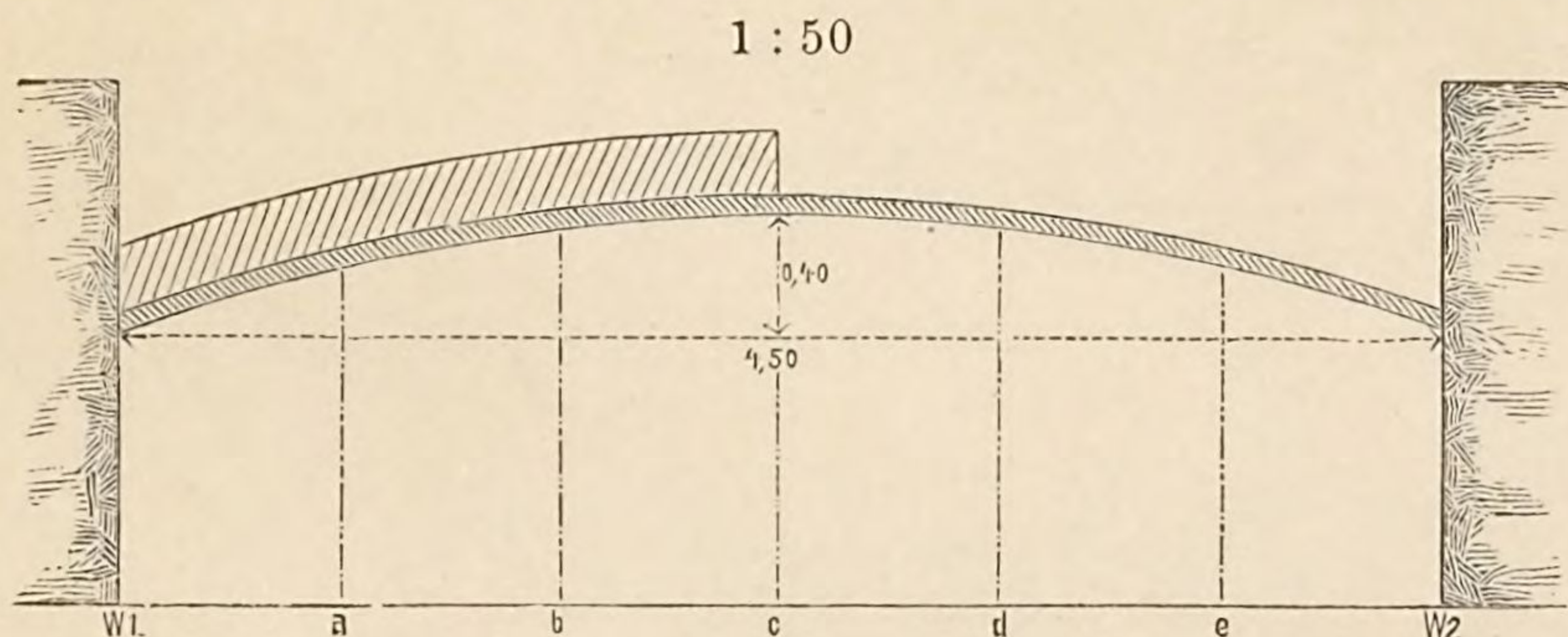
Bei dem Versuch No. 13 ist es als gleichgültig anzusehen, ob die Pressung der Monier-Röhre aus Rücksicht auf grössere Standfestigkeit des Versuchs-Apparates so vorgenommen wurde, dass der flachgekrümmte Theil der eiförmigen Röhre unten lag, während sie beim praktischen Gebrauch umgekehrt verlegt wird. Die Beanspruchung bleibt dieselbe, wenn man die Abstände der angreifenden Kräfte und die Grössen des Druckes beibehält, aber sich die Röhre statt von oben in umgekehrter Weise von unten gegen zwei feste Widerlager gedrückt denkt.

Im Uebrigen ist allen Versuchs-Objekten, deren Breite nicht auf 1,0 m angelegt war, die Umrechnung der Belastung auf den qm Grundfläche zur leichteren Verwerthung der Resultate beigelegt worden.

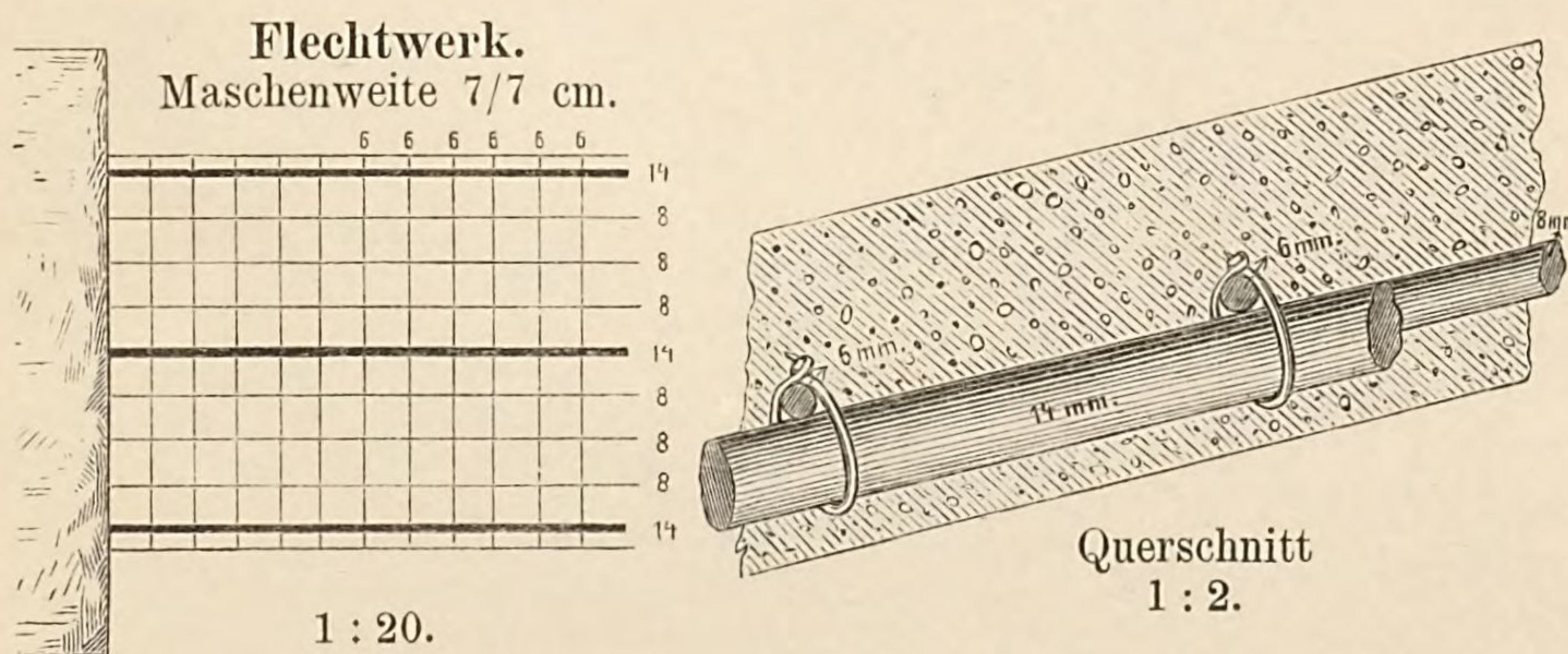
Erstes Versuchs-Objekt

nach System Monier mit einfacher Geflechtseinlage.

Breite des Bogens = 0,60 m; Stärke = 0,05 m;
Bogenrad. = 6,53 m.



Totalgew. 2847,5 kg auf 1,35 qm einseitig,
a. d. qm einseit. Last 2109 kg.



Belastungsergebnisse.

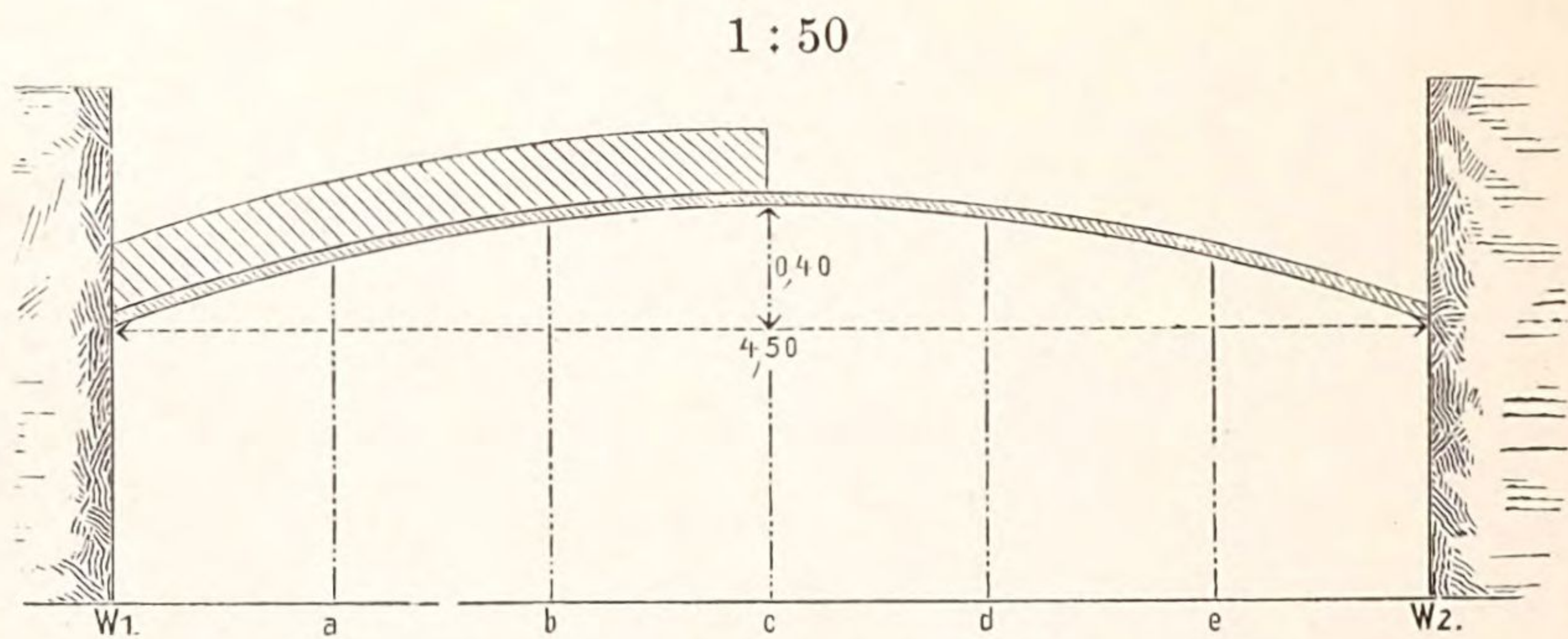
Belastungen in kg		W ₁	a	b	c	d	e	W ₂	Bemerkungen.
einseitig belastet	1646	..	-3	-2	0	+4	+2	..	{ Eigengewicht = 111 kg pro qm.
	1813	..	-6	-6	+2	+10	+5	..	
	2112,5	..	-9	-12	+2	+17	+10	..	
	2538	..	..	..	..	..	..	..	Starke Risse.
	2847,5	..	..	..	..	..	..	..	Bruch.

+ = Hebung; - = Senkung (in Millimeter).

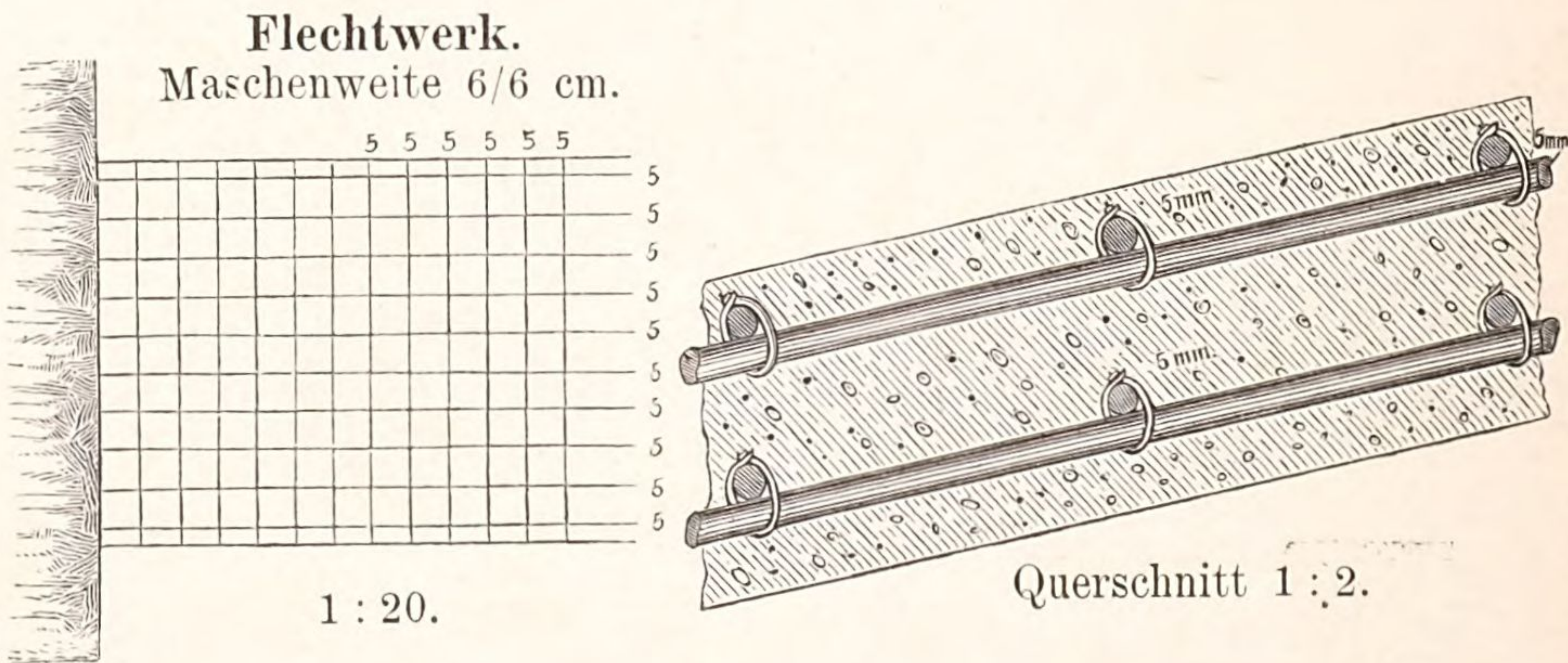
Man beachte das geringe Eigengewicht der Konstruktion.

Zweites Versuchs-Objekt
nach System Monier mit zwei Geflechtseinlagen.

Breite des Bogens = 0,60 m; Stärke = 0,05 m;
Bogenrad. = 6,53 m.



Totalgew. 2869,5 kg
a. d. qm einseit. Last = 2125 kg.



Belastungsergebnisse.

Belastung in kg		W ₁	a	b	c	d	e	W ₂	Bemerkungen.
einseitig belastet	1348,5	..	—1	—2	—1	+2	+1	..	{ Eigengewicht = 115 kg pro qm.
	1773,5	..	—7	—8	—1,5	+10	+6	..	
	2399	..	—10	—13	+1	+15	+10	..	{ Risse im Widerlager und a, b, c, d. Bruch.
	2869,5	..	..	..	..	..	..	..	

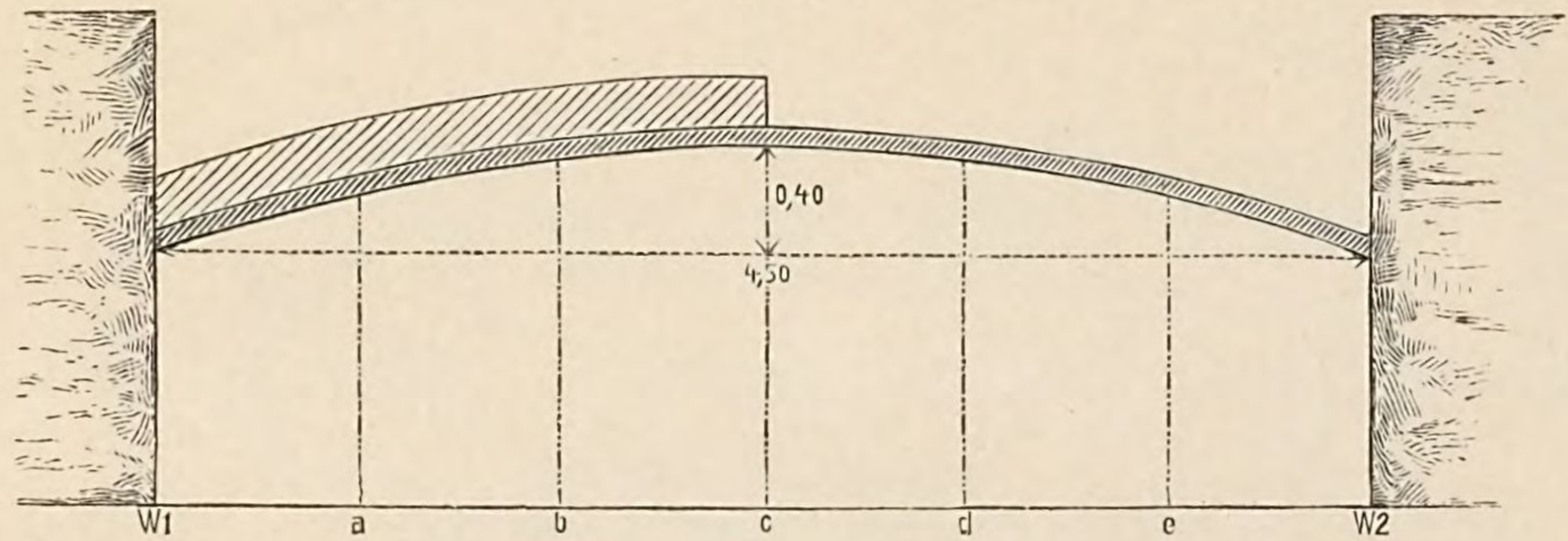
+ = Hebung; — = Senkung (in Millimeter).

Man beachte das geringe Eigengewicht der Konstruktion.

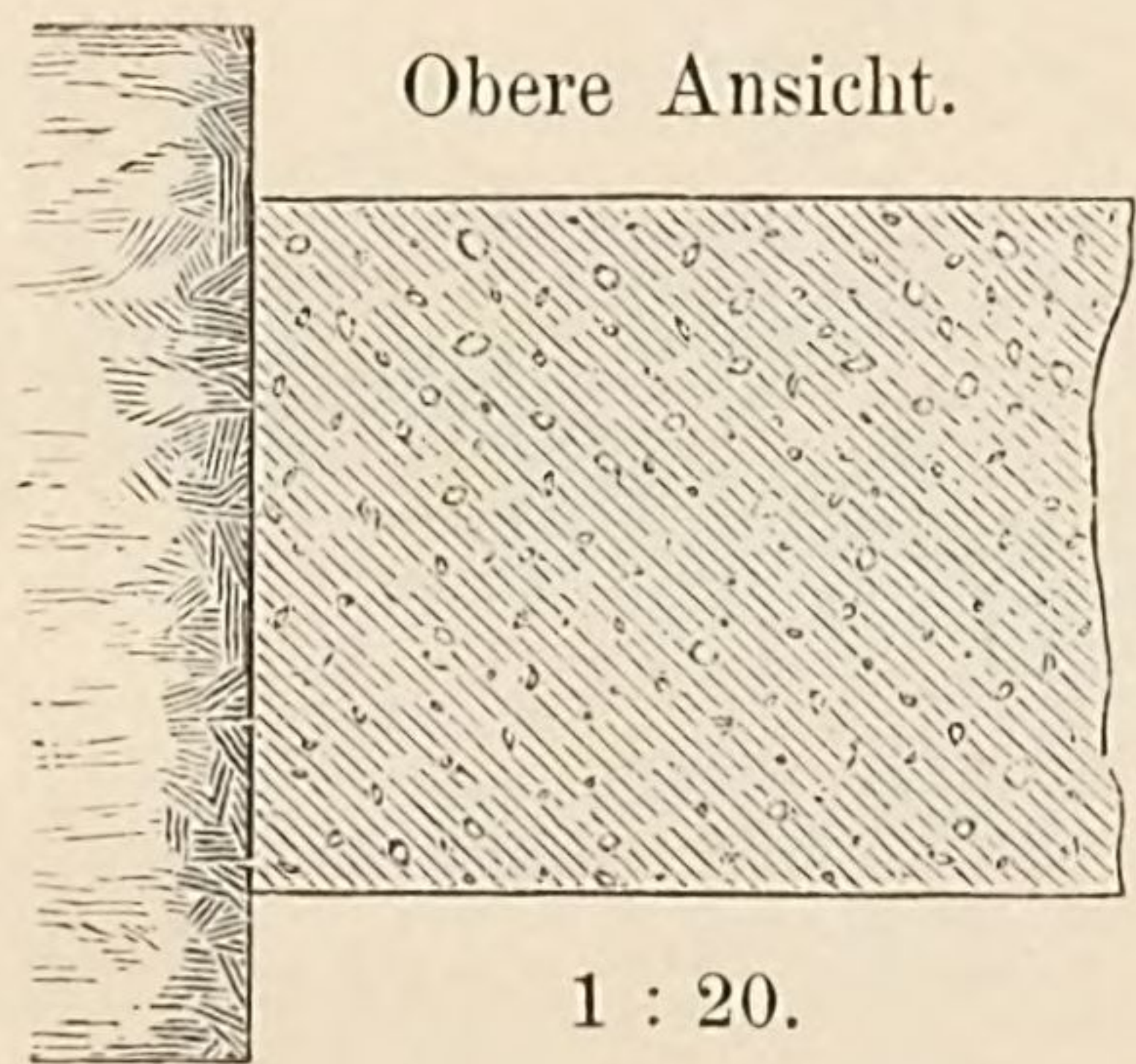
Drittes Versuchs-Objekt
ohne Geflecht. — Cement : Sand = 1 : 1.

Breite des Bogens = 0,60 m; Stärke = 0,05 m;
Bogenrad. = 6,53 m.

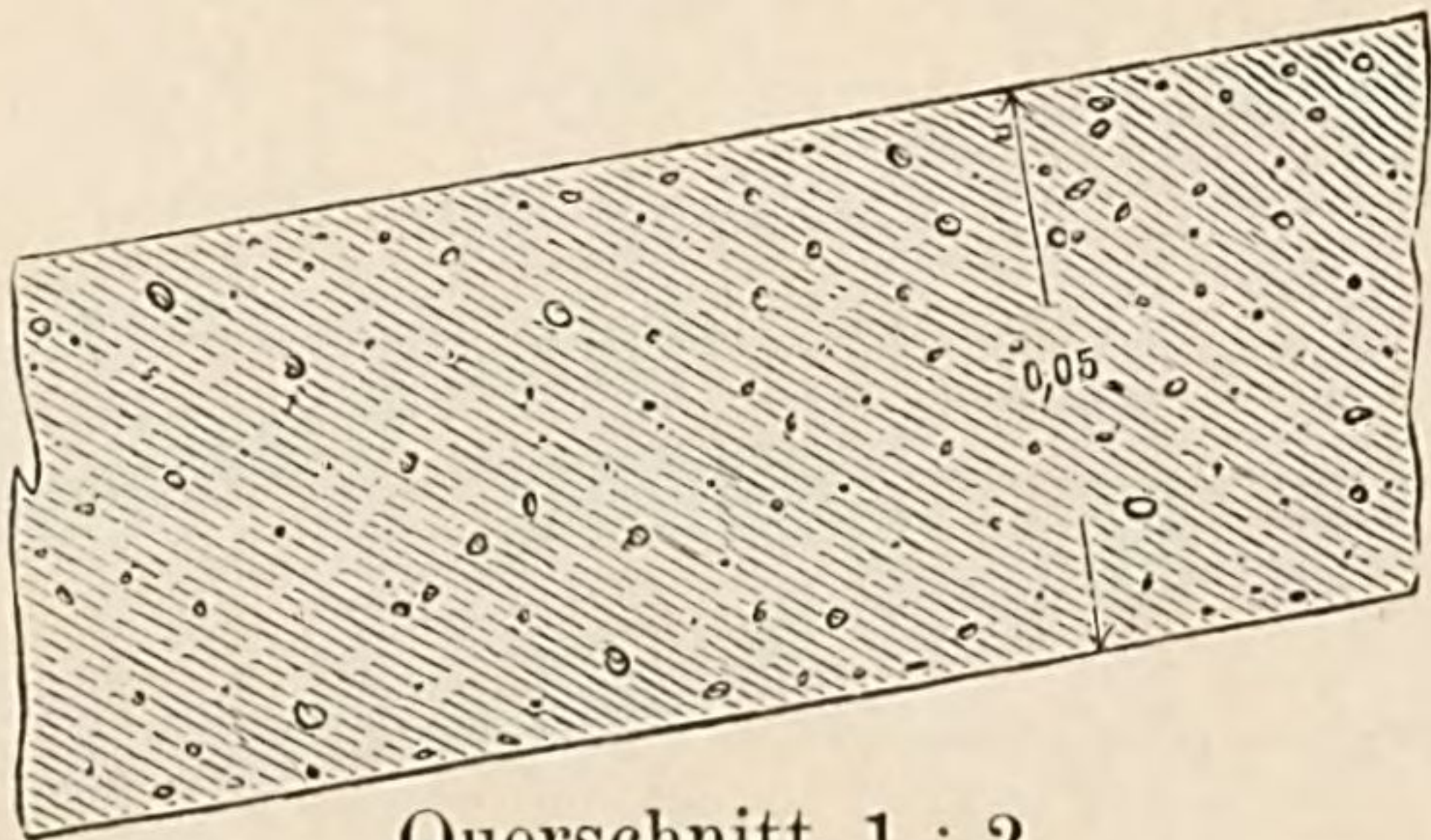
1 : 50.



Totalgew. 1085 kg
a. d. qm eins. Last 800 kg.



1 : 20.



Querschnitt 1 : 2.

Belastungsergebnisse.

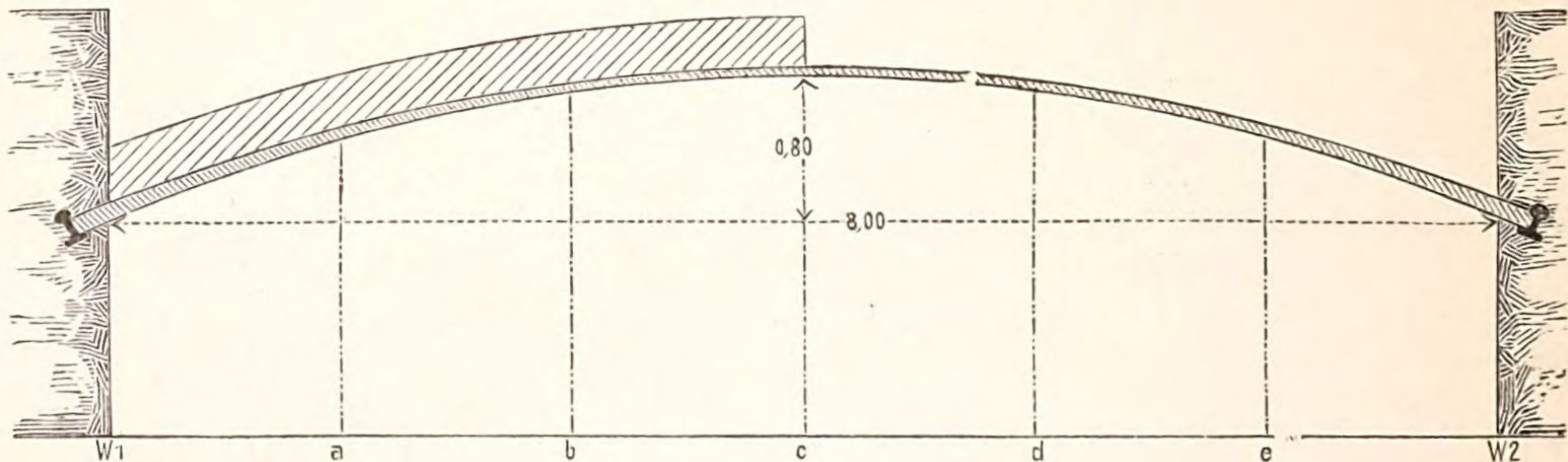
Belastung in kg		W ₁	a	b	c	d	e	W ₂	Bemerkungen.
einseitig belastet	0	..	..	..	..	..	..	..	{ Eigengew. = 101,5 kg pro qm.
	804,5	..	−1	−1,5	0	+1	+1	..	
	1085	..	..	..	..	..	..	..	Bruch.
	..	..	..	..	..	..	..	..	

+ = Hebung; − = Senkung (in Millimeter).

Man beachte das Eigengewicht der Konstruktion.

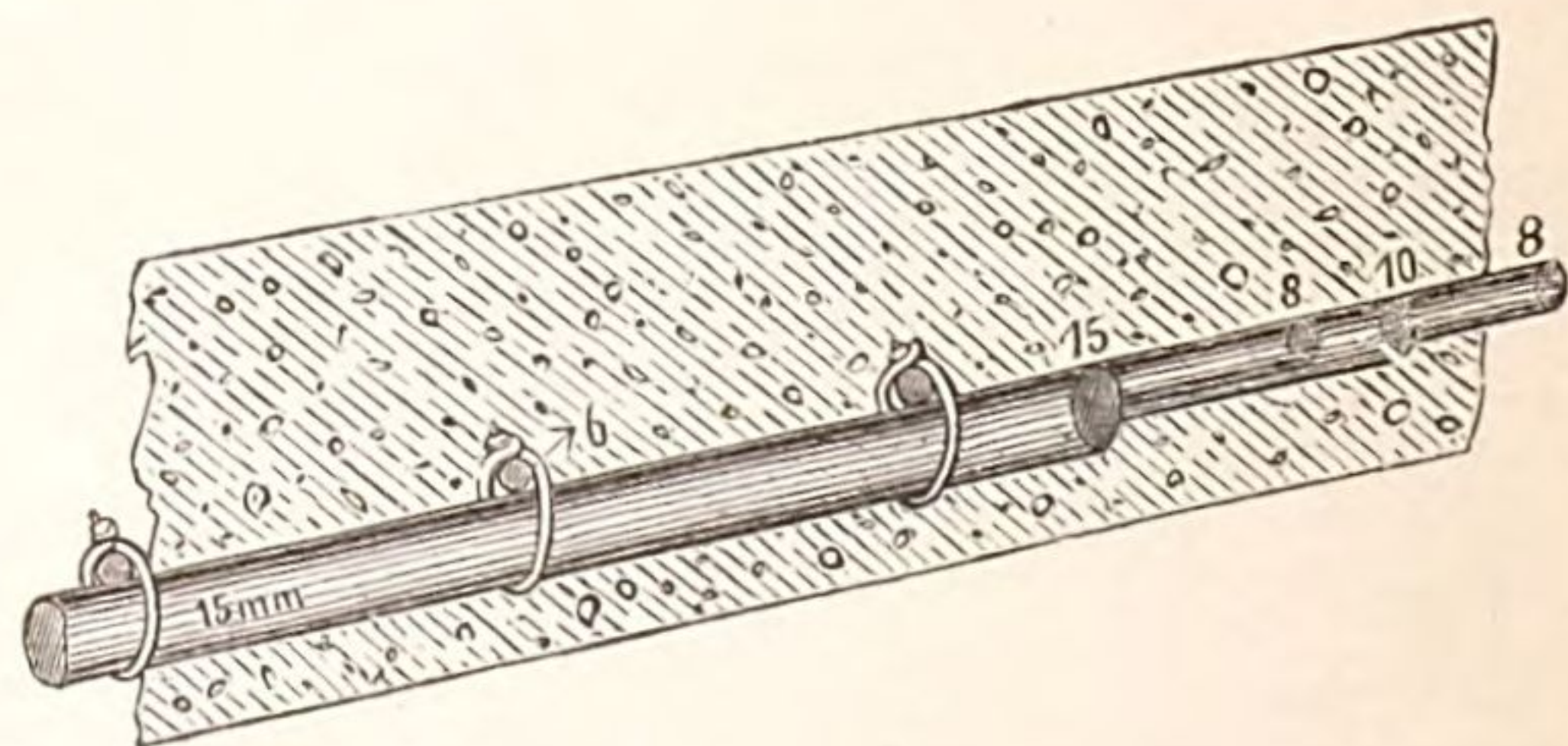
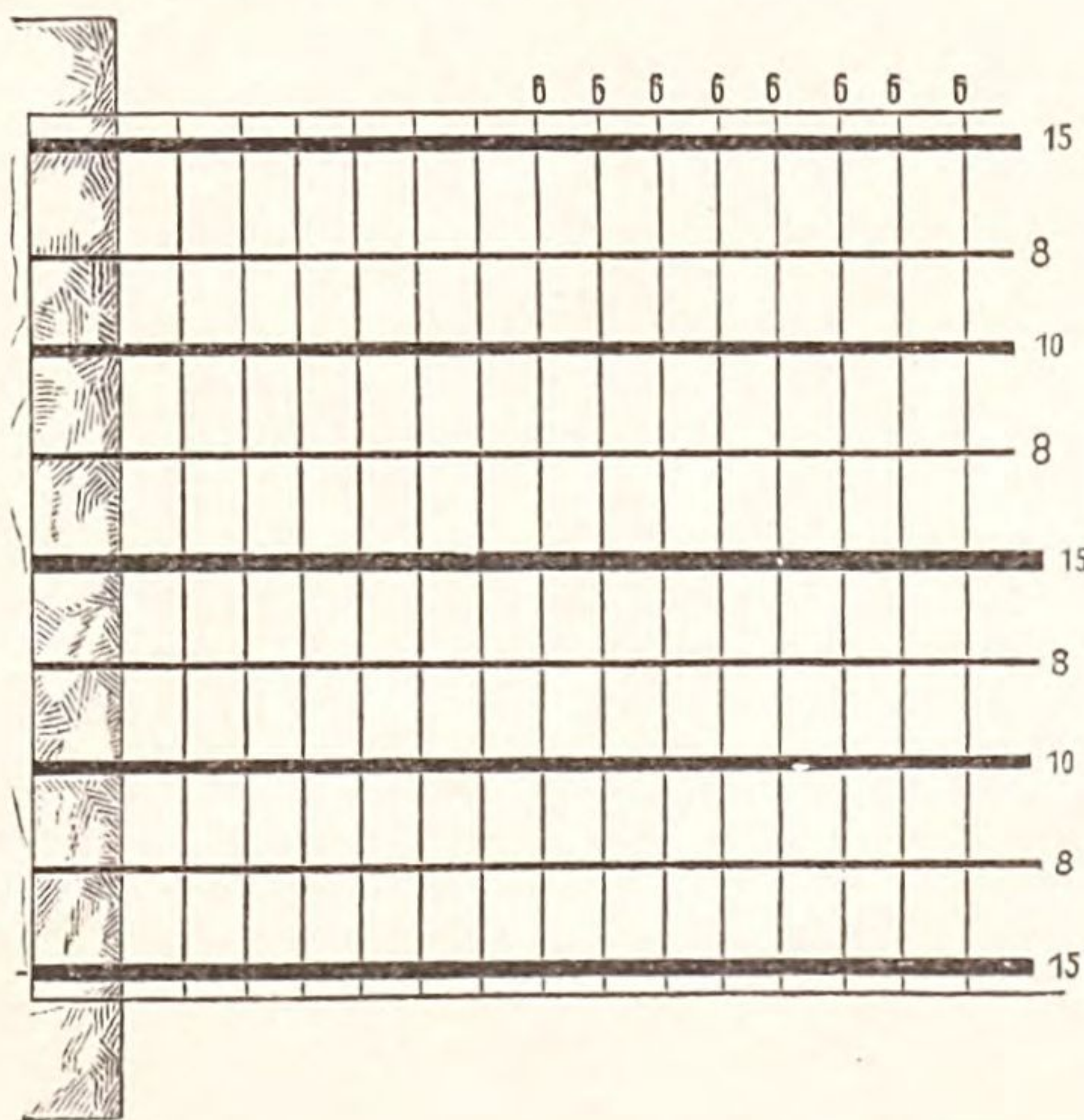
Viertes-Versuchs-Objekt mit starker Geflechtseinlage.

Breite des Bogens = 1,02 m; Rad. = 9,52 m; Stärke im Scheitel = 5 cm,
Stärke am Widerlager = 8 cm.



Totalgew.: 3549,5 kg
a. d. qm einseit Last = 887 kg.

Flechtwerk;
Maschenweite 84 qcm.



Querschnitt.

Belastungsergebnisse.

	Belastung in kg	W ₁	a	b	c	d	e	W ₂	Bemerkungen.
einseitig belastet	0	0	..	..	..	..	..	..	{ Eigengewicht = 140 kg pro qm.
	2522,5	..	-4	-5	0	+3	+3,5	..	
	3000	..	-21	-13	-2	+14	+8	..	{ feine Risse an den ge- fährlichen Stellen. Bruch.
	3549,5	..	-23	-40	-11	+17	+24	..	

+ = Hebung; - = Senkung (in Millimeter).

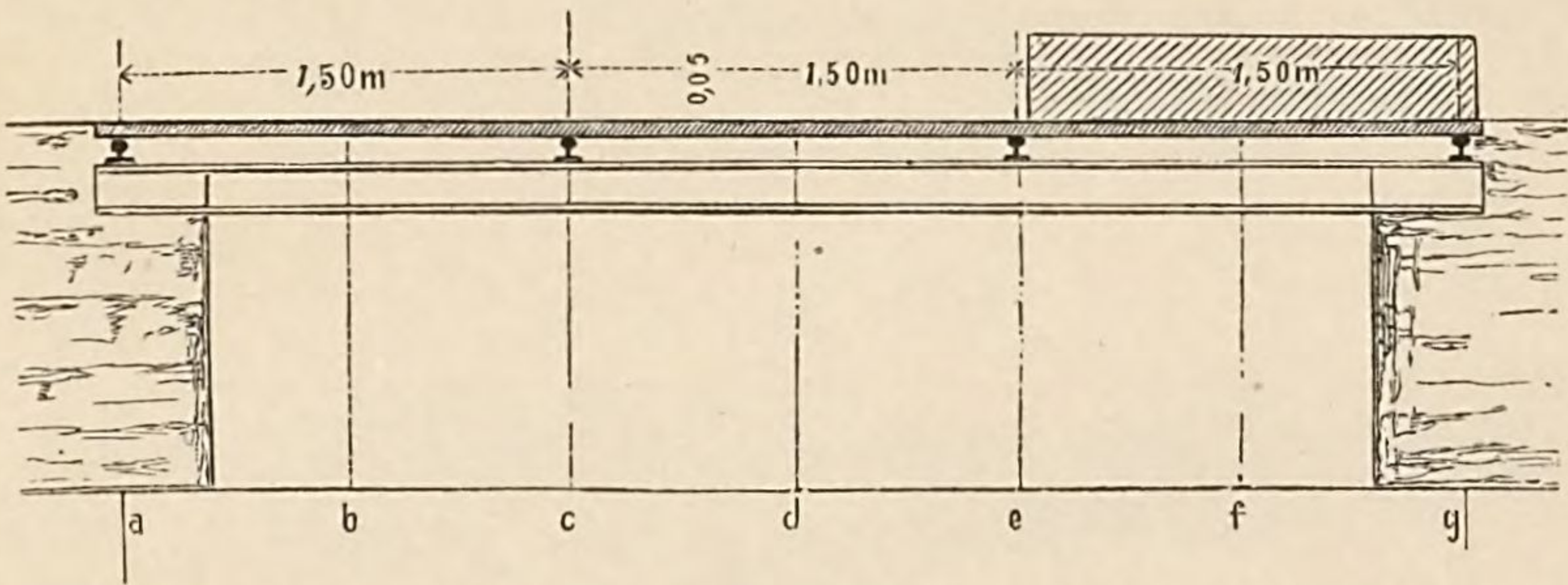
Man beachte das Eigengewicht der Konstruktion.

Fünftes Versuchs-Objekt.

Freiliegender Fussboden mit Geflecht.

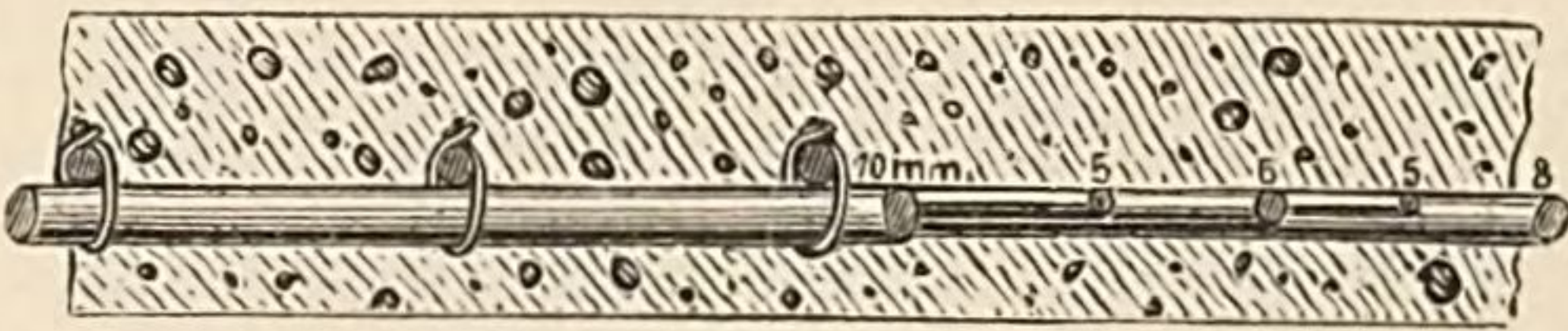
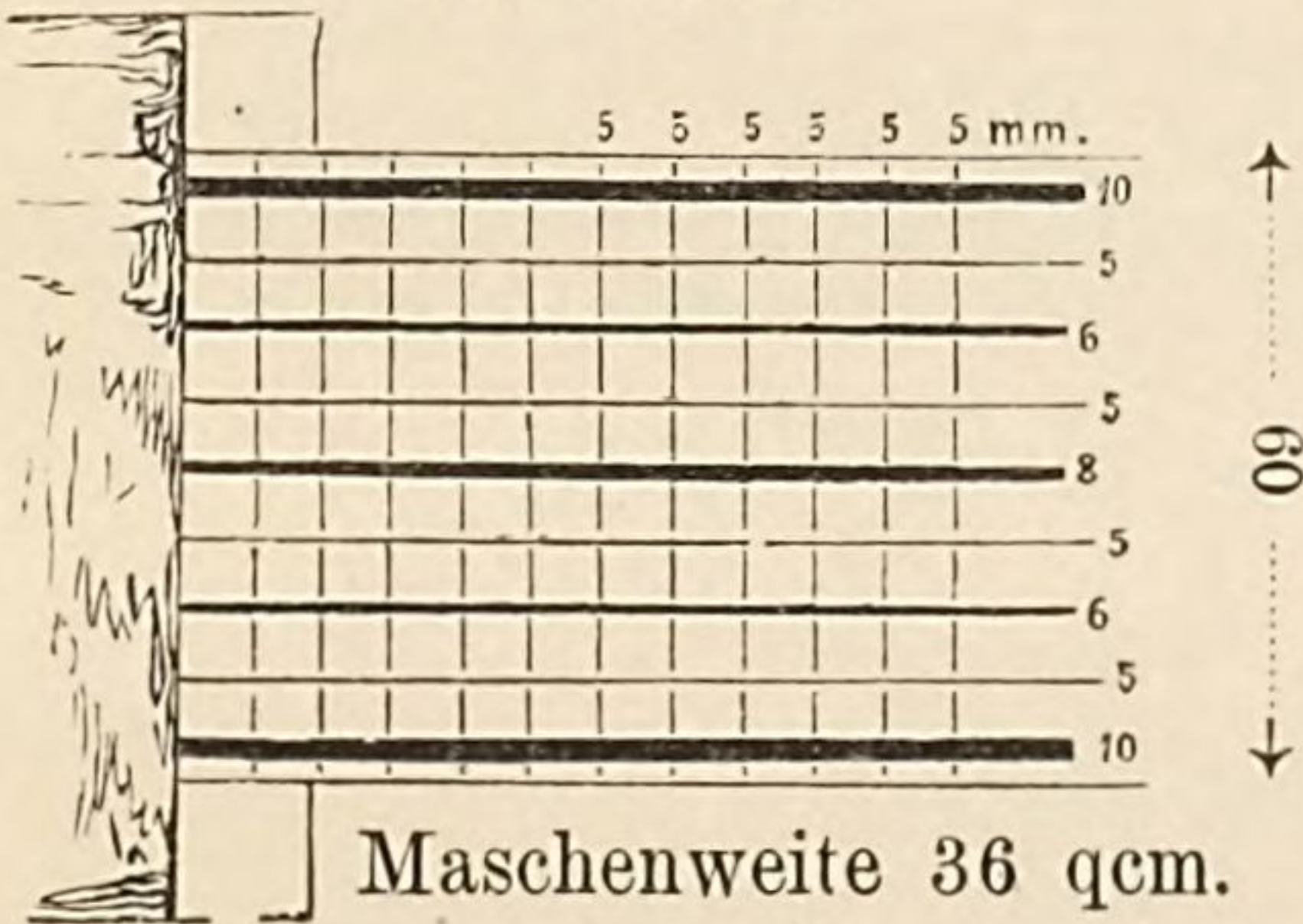
Stärke = 0,05 m.

1 : 50



Bei 2287 kg a. d. qm nicht gebrochen.

Flechtwerk.



Querschnitt 1 : 4.

Belastungsergebnisse.

Belastung in kg	a	b	c	d	e	f	g	Bemerkungen.
einseitig v. e—g belastet.								
704	..	..	..	..	..	—4,5	..	
1077,5	..	..	..	..	..	—8,5	..	
1440,5	..	..	..	..	..	—12,5	..	
1631	..	..	..	..	..	—16	..	} Auftreten von Haar- rissen.
1817	..	..	..	..	..	—19	..	
2058,5	..	..	..	..	..	—50	..	kein Bruch.

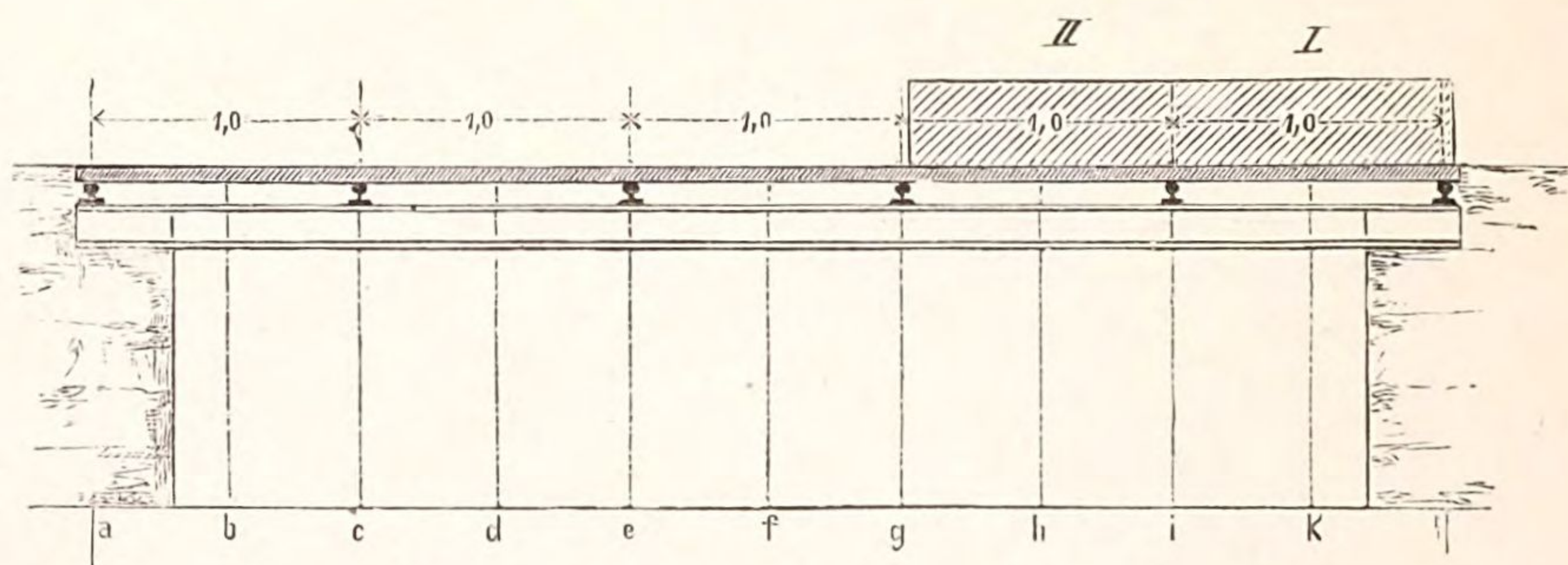
+ = Hebung; — = Senkung (in Millimeter).

2058,5 auf 1,5 × 0,6 = 0,9 qm. Grösste Belastung 2058,5 kg.

Sechstes Versuchs-Objekt.

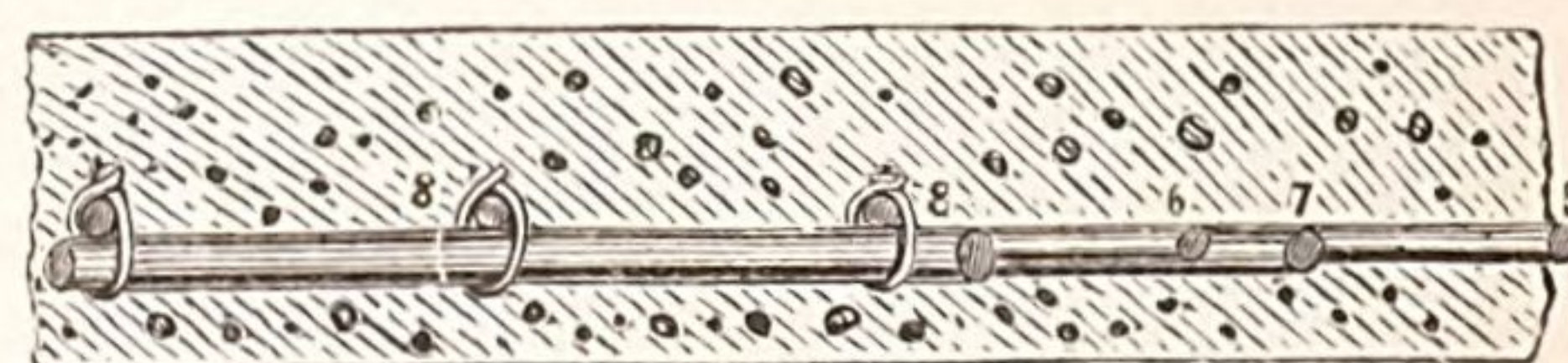
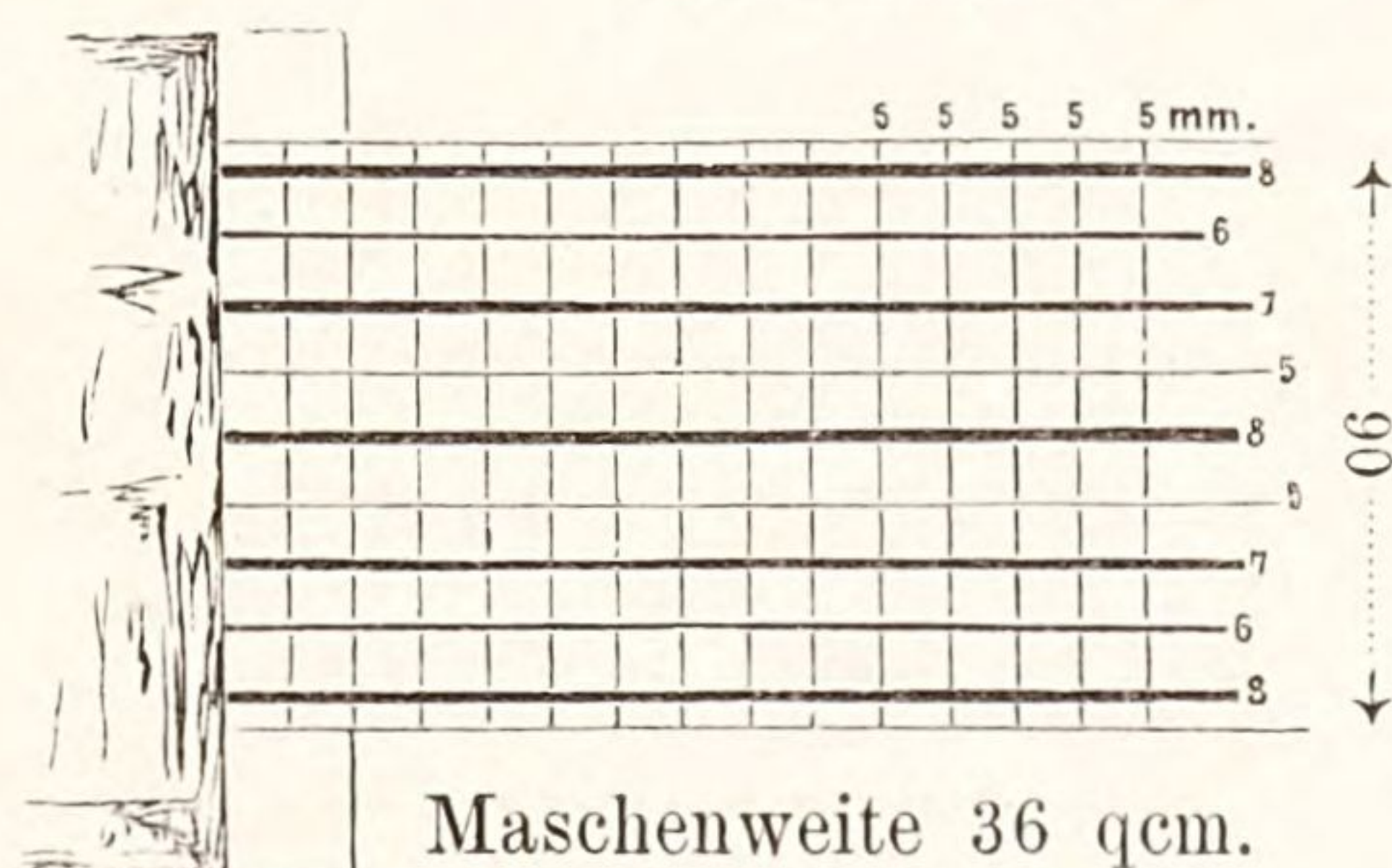
Freiliegender Fussboden mit Geflecht.

Stärke = 0,05 m.



Bei 4988 kg a. d. qm nicht gebrochen.

Flechtwerk.



Querschnitt 1 : 4.

Belastungsergebnisse.

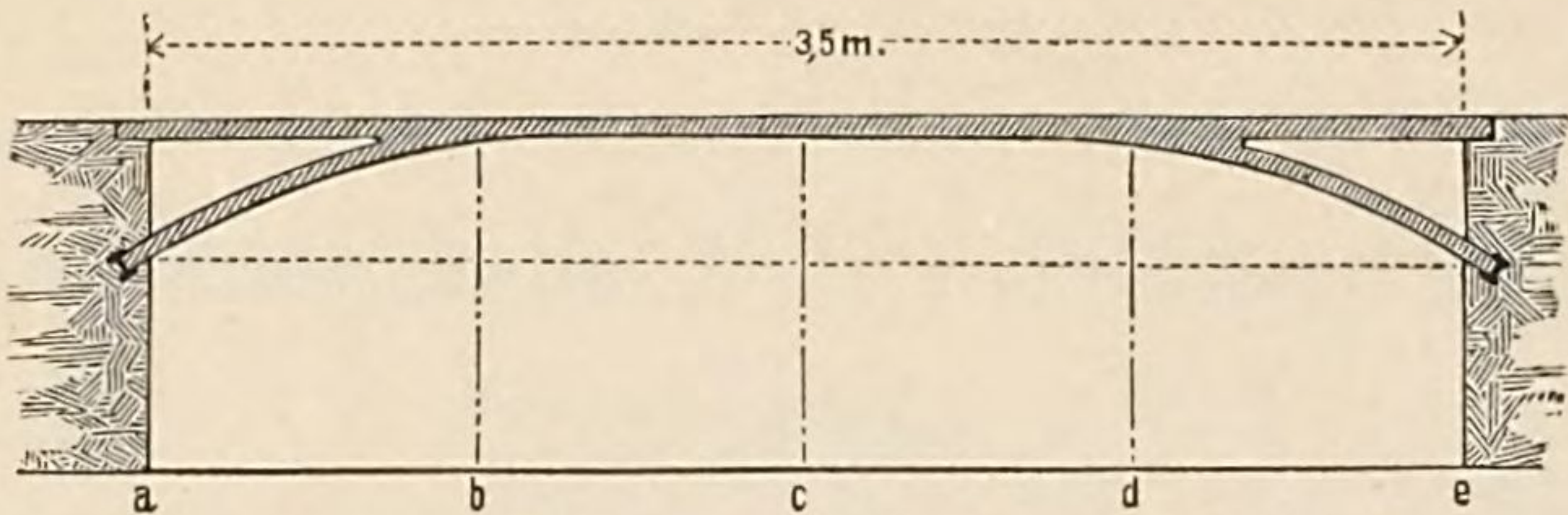
Belast. in kg		a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	Bemerkungen.
Feld I	Feld II												
902,5	..	.	.	.	.	.	.	.	..	.	—1	.	{ Haarrisse über den Stützen.
902,5	953,5	.	.	.	.	.	.	.	—1,5	.	—1,5	.	
1082,5	1361	.	.	.	.	.	.	.	—1,5	.	—2	.	
1633,5	1361	.	.	.	.	.	.	.	—2,5	.	—3	.	{ Haarrisse in der Mitte der Felder.
2100	1796,5	.	.	.	.	.	.	.	—4,5	.	—4,5	.	
2100	2226	.	.	.	.	.	.	.	—6,5	.	—4,5	.	
2578,5	2641,5	.	.	.	.	.	.	.	—8	.	—6	.	
2992,5	2641,5	.	.	.	.	.	.	.	—8,5	.	—6,5	.	

+ = Hebung; — = Senkung (in Millimeter).

Feld 1. $1,0 \times 0,6 = 0,6$ qm Belastung 2992,5 kg.

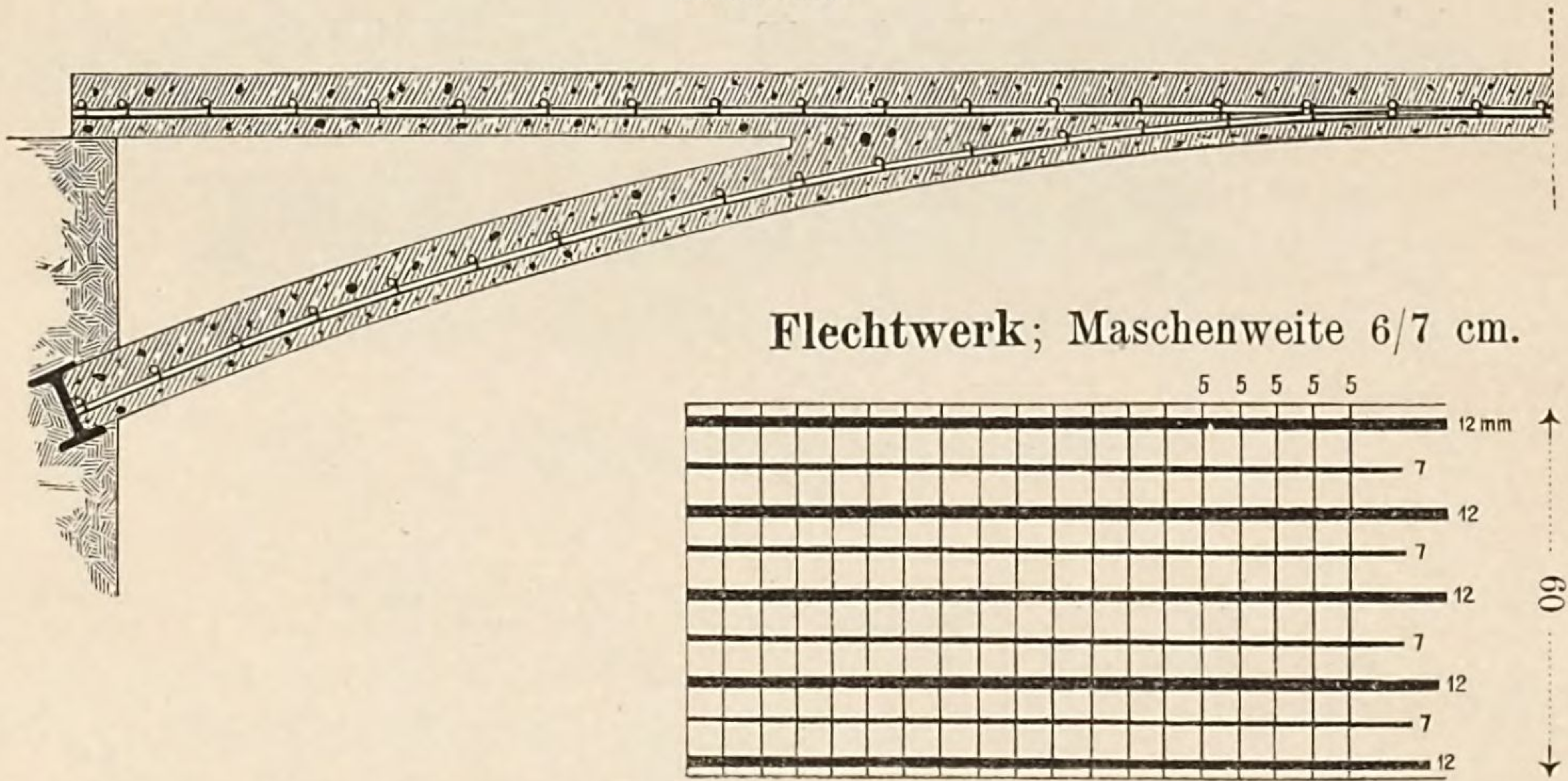
Siebentes Versuchs-Objekt.

Fussboden mit Geflecht und Streben.



a. d. qm gleichm. verth. Last 4811 kg.

Schnitt.



Belastungsergebnisse.

Belastung in kg		a	b	c	d	e	Bemerkungen.
links	rechts						
2731,5	..	..	—0,5	—1	..	..	{ feine Haarrisse an den Widerlagern.
2731,5	1749	..	—1	—2	—1	..	
5042,5	gleichmässig über den Träger vertheilt	..	—1	—3	—1	..	
5283,5		..	—1	—4	—1	..	
5490		..	—1	—5	—1	..	
6334,5		..	—1	—6	—1	..	
6935,5		..	—1	—8	—1	..	Risse an der Strebe. Risse in der Mitte. Bruch durch Kanten des rechten Widerlagers.
7530		..	..	..	..	..	
9791		..	..	..	..	..	
10093		..	..	..	..	..	

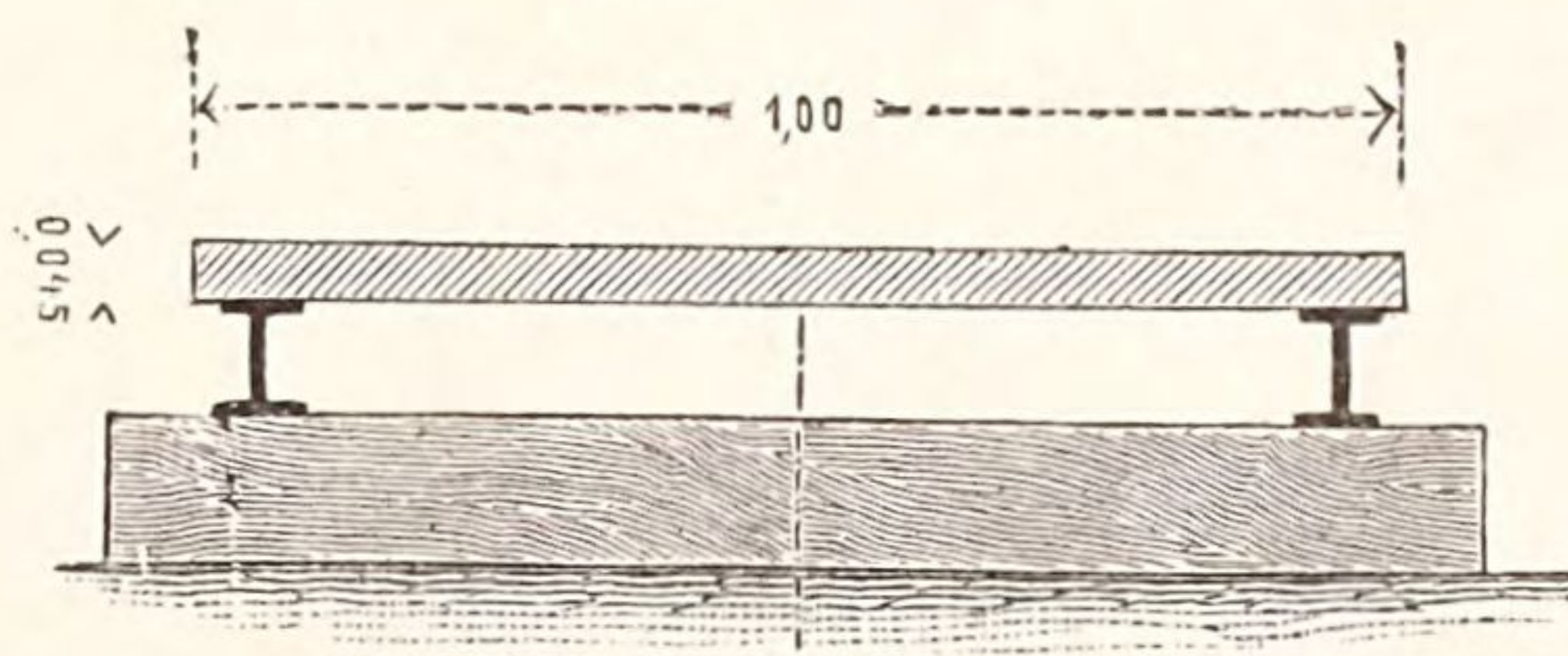
+ = Hebung; — = Senkung (in Millimeter).

3,5 . 0,6 = 2,1 qm Belastung 10093 kg.

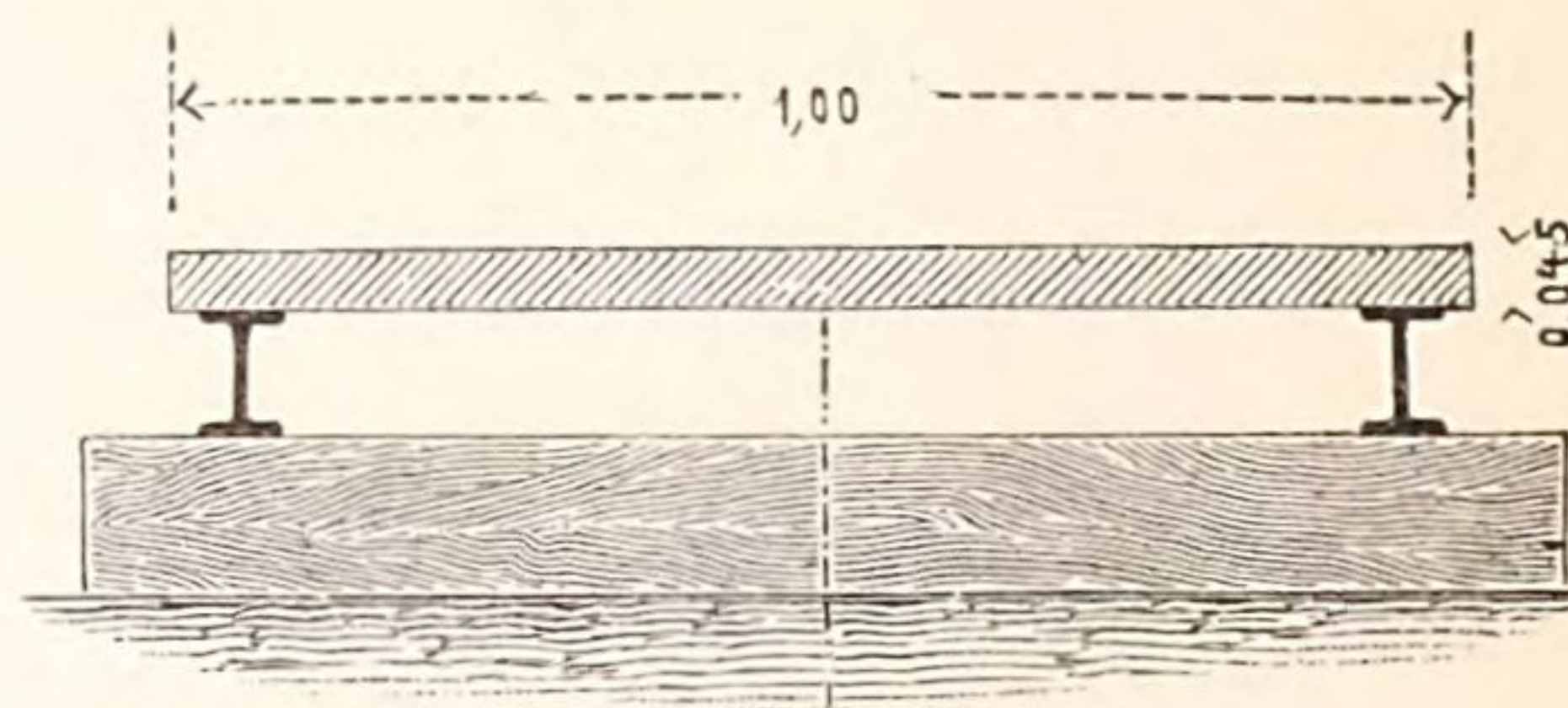
Achtes Versuchs-Objekt.

Mit Geflechtseinlage.

Ohne Geflechtseinlage.



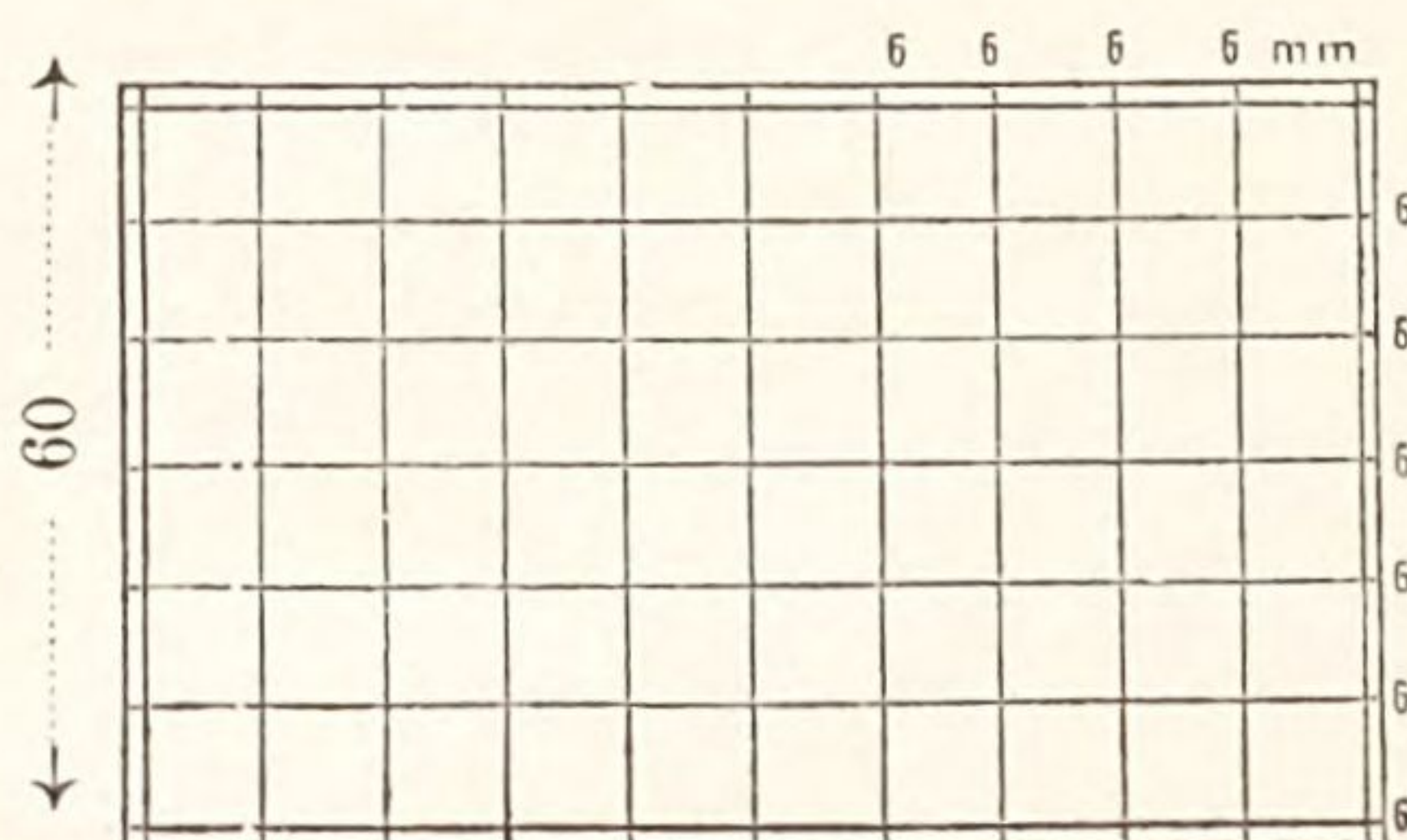
a. d. qm 2763 kg



a. d. qm 517 kg

gleichmässig vertheilte Last.

Flechtwerk; Maschenweite 10/10 cm



Belastungsergebnisse.

Mit Geflecht.

Ohne Geflecht.

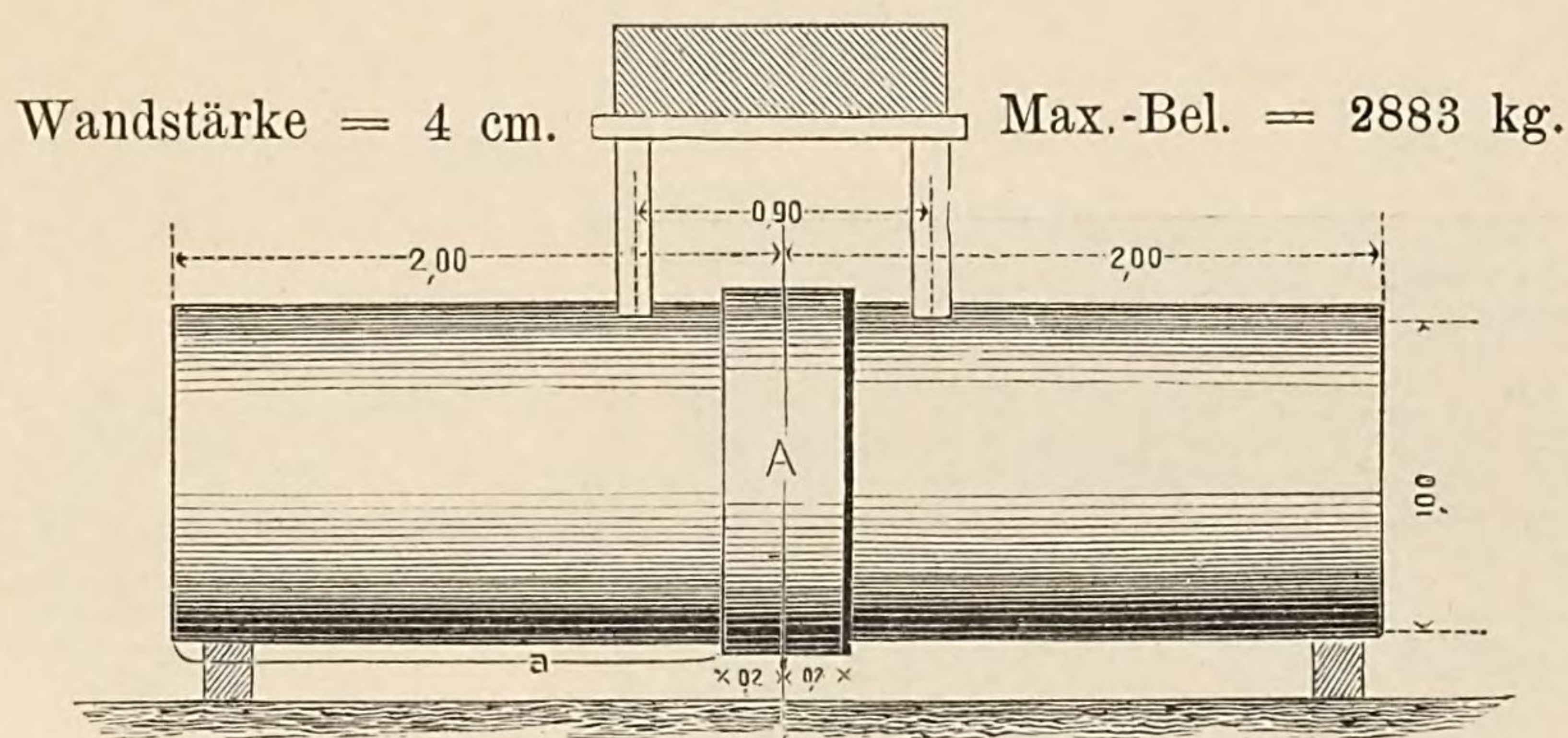
Kilo.	Bemerkungen.
1658	Bruch des Cement.
(gleichmässig vertheilt.)	Das Geflecht trug die Belastung mit 13 mm Durchbiegung.

Kilo.	Bemerkungen.
310,5	Bruch.
(gleichmässig vertheilt.)	

Neuntes Versuchs-Objekt.

Verschiedene Monier-Röhren.

Zwei durch einen Muffenring verbundene freitragende Röhren
à 2,00 m lang und 1,00 m weit.

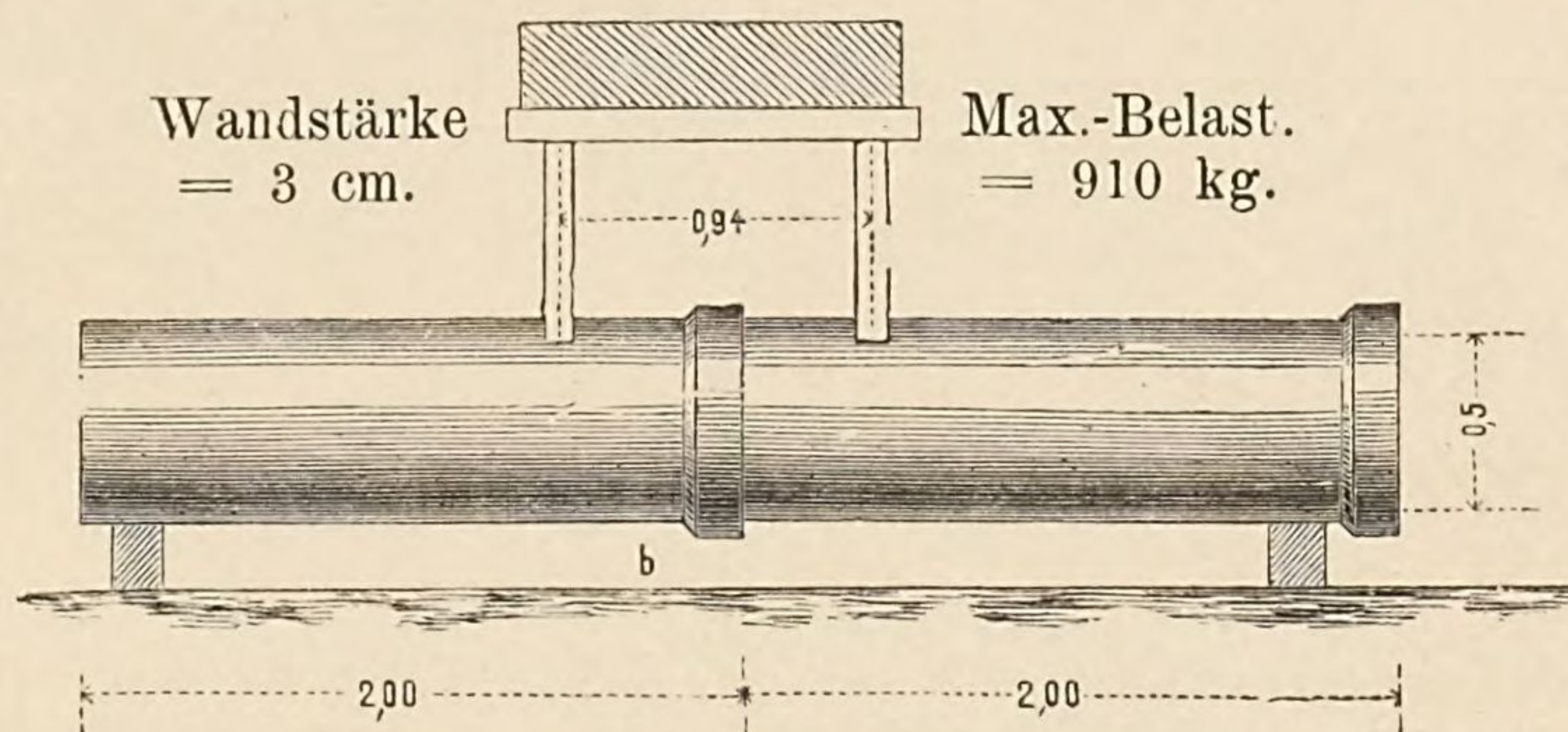


Der Ring A war ebenfalls nach Monier hergestellt.

Bemerkung für die Probelastung.

Die Muffe blieb bei der Belastung von 2883 kg durchaus dicht.
Bei a machte sich ein feiner, nicht durchgehender Riss bemerkbar.

Zwei freitragende Röhren mit feststehenden Muffen.



Bemerkung.

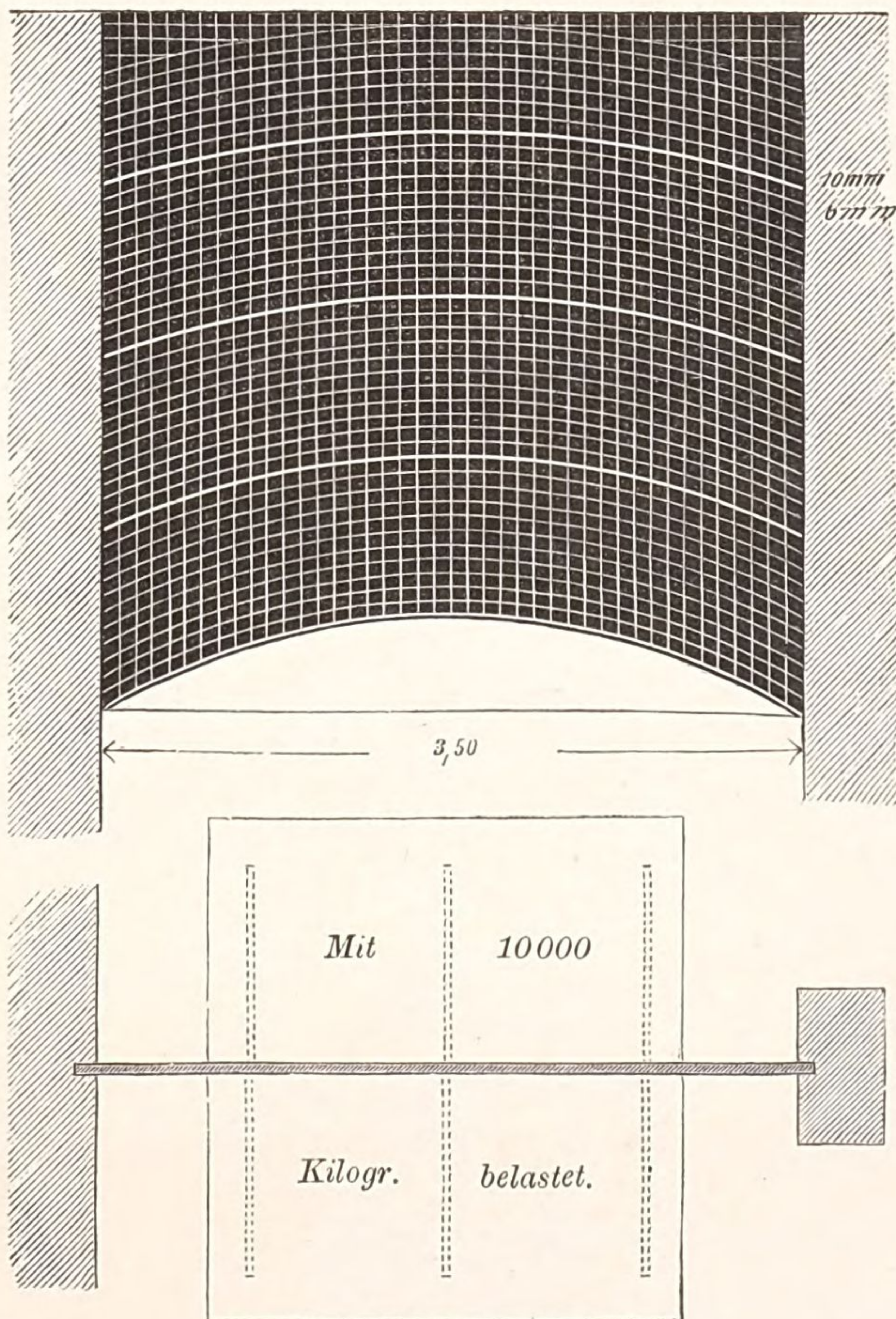
Bei einer Belastung von 910 kg löste sich der Cement von dem unteren Theile der Muffe bei b.

Zehntes Versuchs-Objekt.

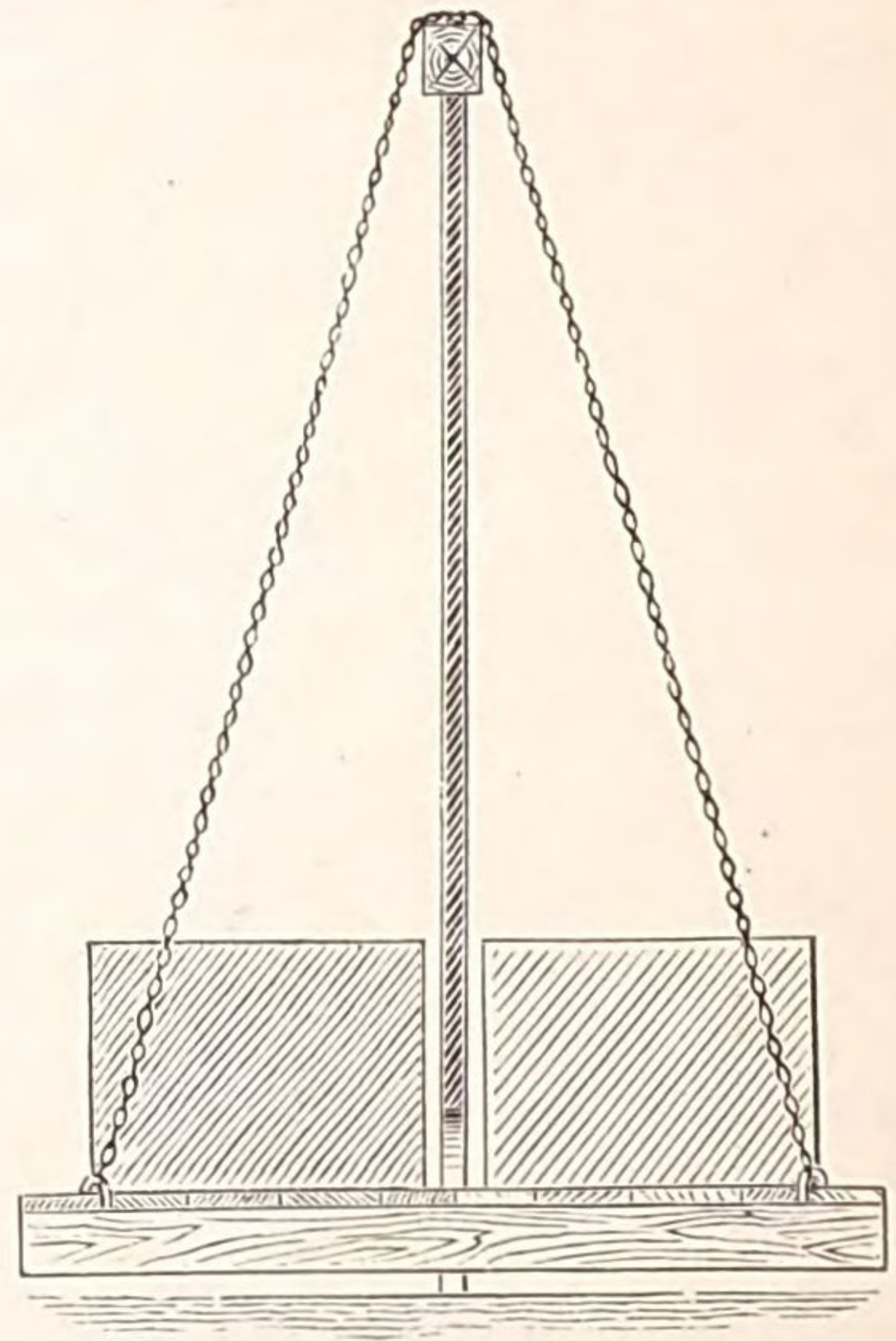
Freitragende Wand.

3,5 m hoch, zwischen 3,5 m von einander entfernten Widerlagern.

Wandstärke 3 cm.



Darstellung
der Belastungsweise.

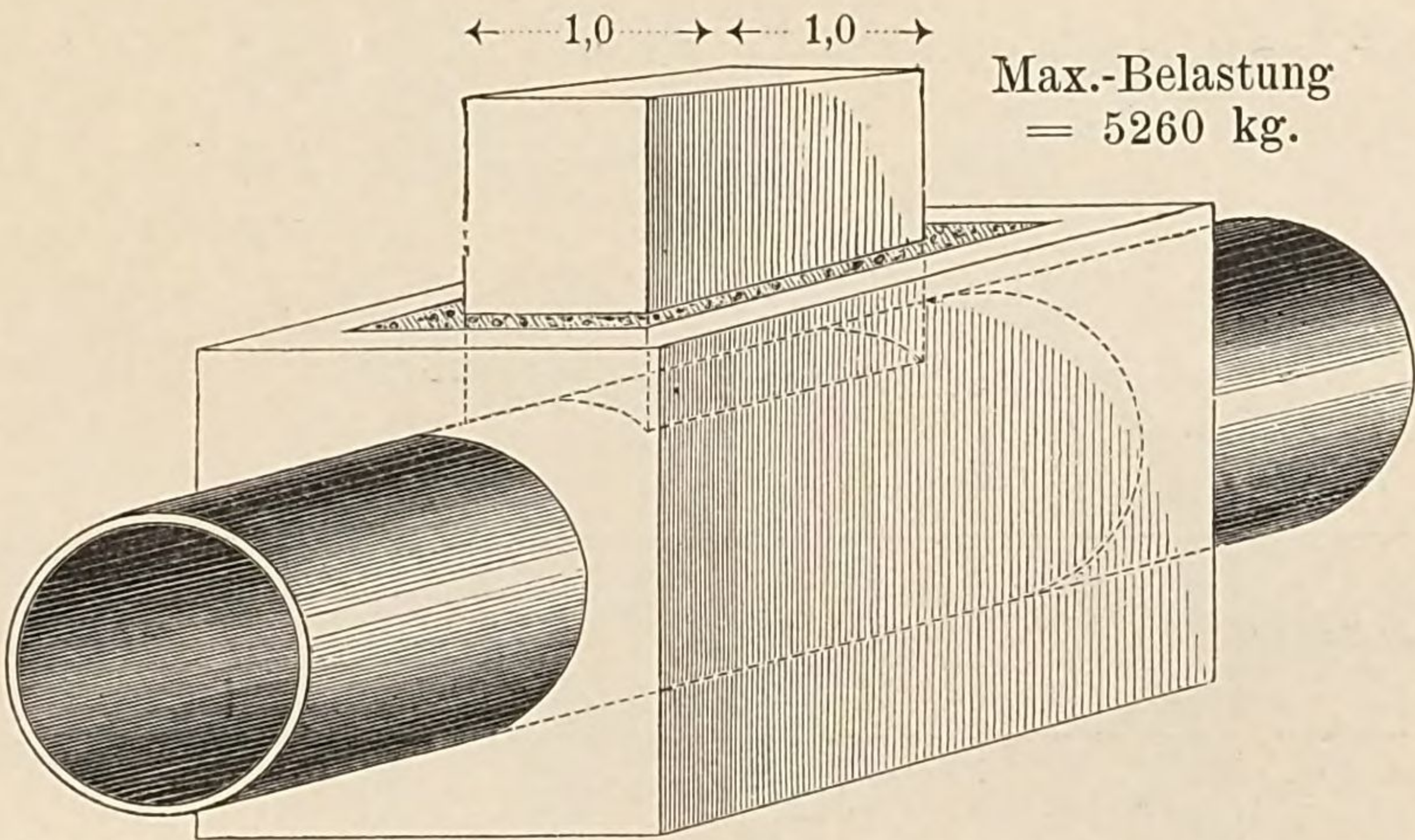


Unter einer Probelastung von 10 000 kg zeigte die Wand weder Versackungen noch Ausbauchungen, trotzdem von dem Baubeamten des Königlichen Polizeipräsidiiums Schlitzte hineingehauen wurden, um die Standfestigkeit auch der beschädigten Wand zu prüfen.

Elftes Versuchs-Objekt.

Runde Monier-Röhre

von 2,00 m Länge, 1,0 m Lichtweite und 0,04 m Wandstärke.



Belastungsergebnisse.

	Belastung in kg	Bemerkungen.
	2965	bei a eine Einsenkung von 2 mm. bei b eine Ausbauchung von 2 mm. ein kleiner Haarriss unten innen.
	4330	3 mm Einsenkung bei a. 3,5 mm Ausbauchung bei b. Haarrisse oben und unten.
	5260	6 mm Einsenkung bei a. 6 mm Ausbauchung bei b. Risse seitlich aussen.

Eine Undichtigkeit fand nicht statt, die Risse gingen noch nicht durch. Zum Bruche konnte das Rohr nicht gebracht werden, weil ein weiteres Aufpacken der Last nicht fortgesetzt werden konnte.

Zwölftes Versuchs-Objekt.

Elliptisches Gewölbe für Treppen

(siehe nebenstehende Zeichnung).

Belastungsergebnisse.

Ablesung	Belastung in kg	Z e i g e r				
		2	3	4	5	6
I	1010	..	..	..	..	..
II	1240	..	..	1	2	—1,5
III	1350	+1,5	..	—1,5	—5	—2
IV	1525	+4	..	—1,5	—5	—2
V	1650	+6	+1	—2,5	—7	—3
VI	1850	+9	+3	—3,5	—8,5	—3,5
VII	2250	+10	+2	—5	—10	—4
VIII	2725	+14	+2,5	—8,5	—13	—6
IX	3230	+19	+3	—11	—18	—7,5
X	3820	+25	+3	—14	—21	—9
XI	5250	+33	+4	—19	—27	—12

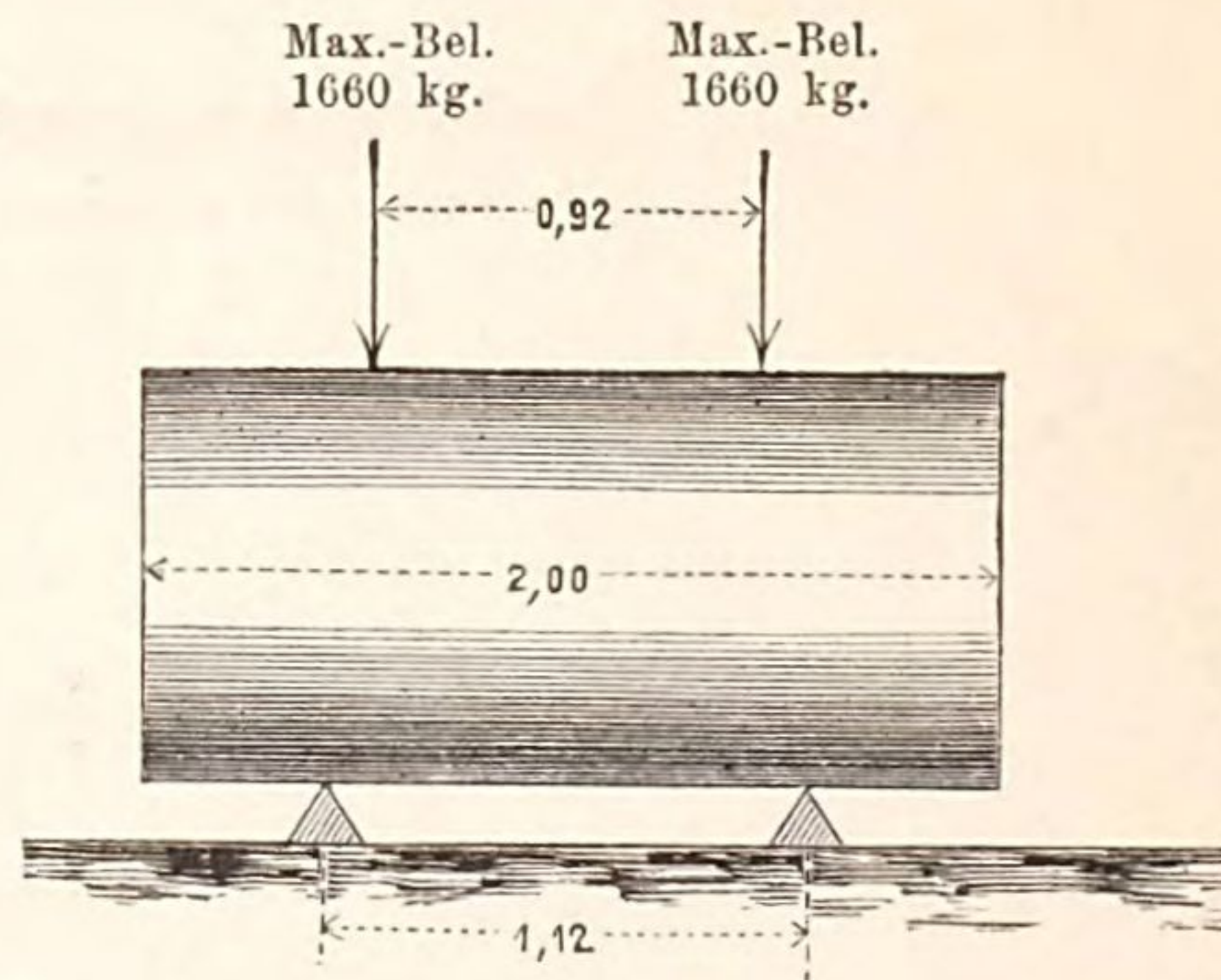
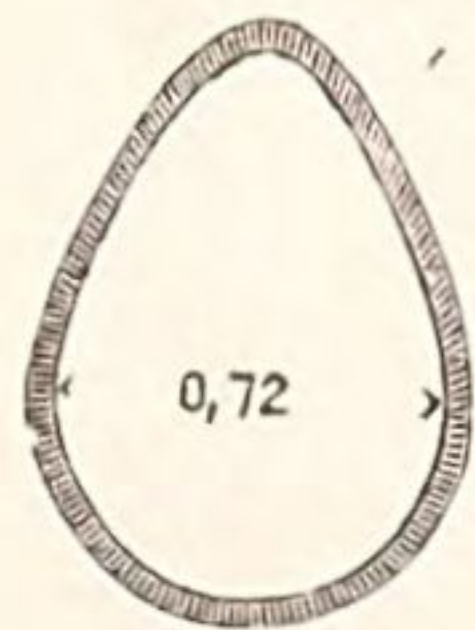
+ = Hebung; — = Senkung (in Millimeter).

Bei Ablesung IV bei Zeiger 2 (Belastung = 1525 kg)
die ersten feinen Haarrisse.

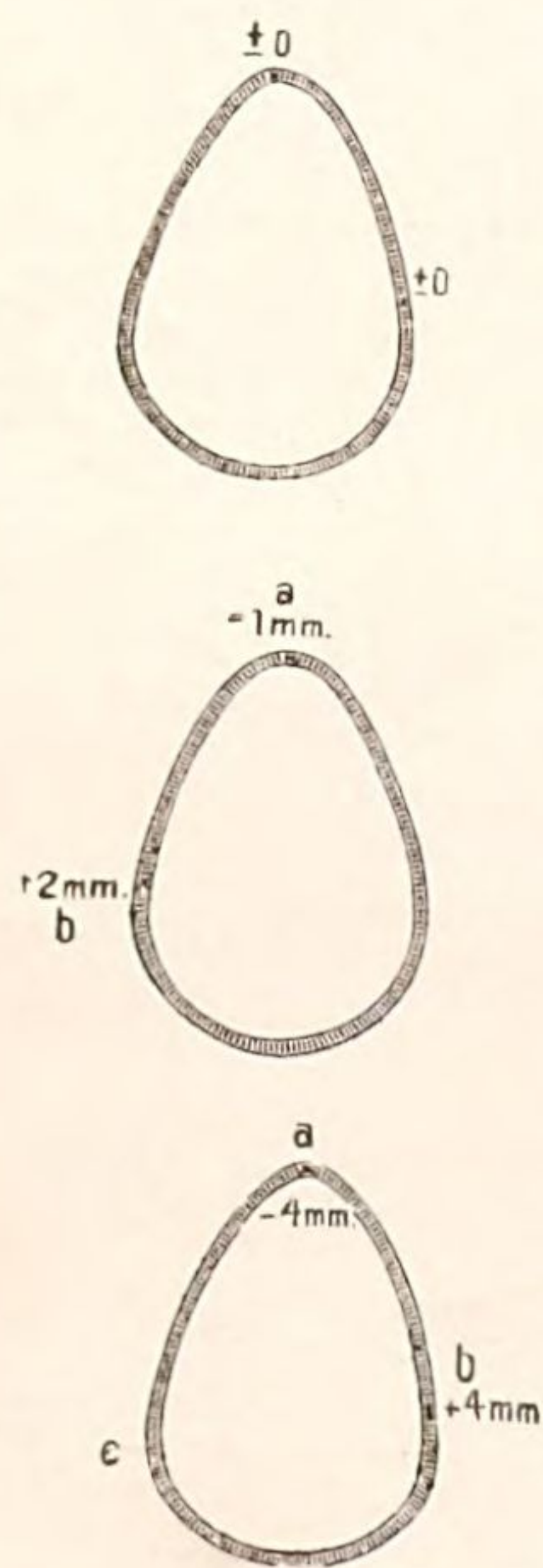
Der Einsturz des Gewölbes wurde durch die oben verzeichneten
Belastungen nicht erreicht.

Dreizehntes Versuchs-Objekt.

Eiförmige Monier-Röhre, 0,72/0,97 m weit.



Belastungsergebnisse.

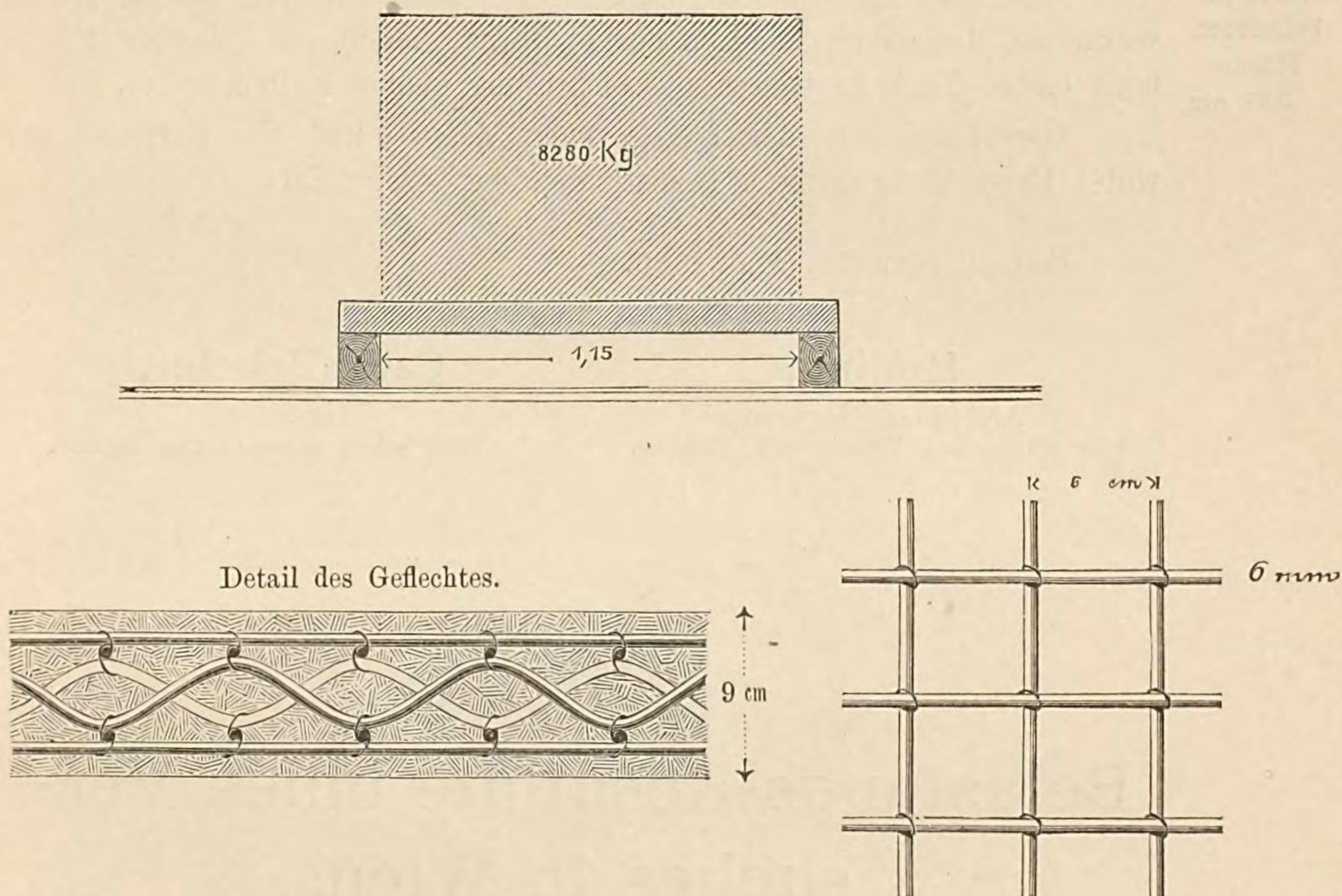


Belastung in kg	Beobachtete Deformation.	Defecte.
2090	Diese Deformation ist nicht beobachtet worden.	An den Enden oben und unten ein kleiner Haarriss.
2800	1 mm Einsenkung bei a. 2 mm Ausbruch bei c.	Haarrisse sind in der Länge etwas weiter gesprungen.
3320	4 mm Einsenkung bei a. 4 mm Ausbruch bei b.	Jetzt kräftiger Riss in der Länge durch das Rohr bei c. Die ganze Wandung war noch nicht gesprungen.

Protokoll

über die Belastungsprobe einer nach dem System **Monier**
in der Fabrik des Herrn **G. A. Wayss**, Berlin, Chaussee-
strasse 36/37, angefertigten Cementplatte

am 14. Mai 1886, Nachmittags zwischen 3 und 6 Uhr.



Die mit A bezeichnete Platte hatte folgende Abmessungen:

1,35 m Länge, 0,8 m Breite und 0,09 m Dicke

Dimensionen
der Platte.

und nach einem vorhandenen Muster eine zweifache, gitterartige und unter einander verbundene Drahteinlage.

Durch dieselbe sollte die Zweckmässigkeit der Anwendung derartiger Platten für grosse Belastungen bei nur zulässiger flacher Ueberdeckung bei kleineren Spannweiten, im Speciellen in dem, den Unterzeichneten vorliegenden Fall: der Abdeckung eines grossen Wasserleitungsrohres von rot. 0,9 m Lichtweite zum Schutz gegen die event. Einwirkung einer darüber fahrenden grössten Dampfwalze des Berliner Magistrats mit einer Maximalbelastung von rot. 10,000 kg durch die Hauptwalze nachgewiesen werden.

Zweck der
Belastung.

Art und Grösse
der Belastung
und Durch-
biegung.

Die Platte wurde dementsprechend in der umstehend skizzirten Weise mit 1,15 m Auflagerweite gelagert und an dem obengenannten Tage, an welchem seit Anfertigung der Platte ca. 6—8 Wochen verflossen waren, mit Gusseisen-Masseln und Sandsäcken belastet.

Bei ca. **4000 kg** Belastung betrug die Durchbiegung der Platte = **6—7 mm**.

Bei der Belastung mit im Ganzen 128 Masseln von durchschnittlich 60 kg, 12 Sandsäcken von durchschnittlich 50 kg Gewicht, also $128 \cdot 60 + 12 \cdot 50 = 8280$ kg ca. rot. **8000 kg** (160 Ctr.) im minimum **7500 kg** betrug die Durchbiegung **12 mm** und zeigte die Platte keinerlei Risse oder sonstige Beschädigungen.

Grösse der
belasteten
Fläche
= 0,92 qm.

Das Zurückgehen der Durchbiegung nach Abnahme der Belastung wurde an demselben Tage nicht konstatirt, da die so belastete Platte noch einige Tage zu weiterer Besichtigung stehen bleiben sollte.

Die Richtigkeit der angegebenen Maasse und des Befundes der wider Erwarten günstigen Belastungsprobe bescheinigen

Berlin, den 15. Mai 1886.

Helling,

Abtheilungs-Baumeister
der städtischen Wasserwerke Berlins.

Carl Giebeler,

Ingenieur
der städtischen Wasserwerke Berlins.

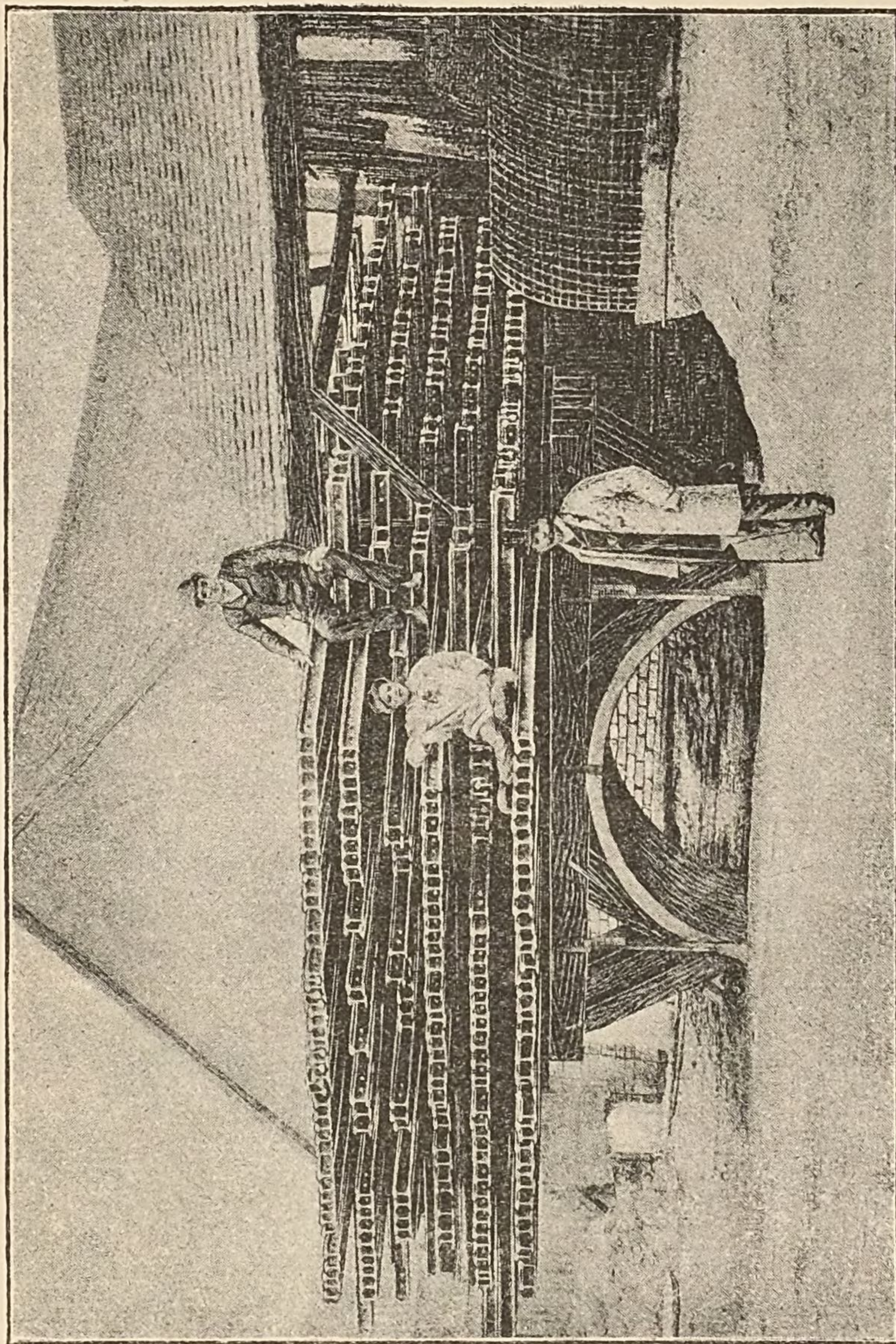
II.

Belastungs-Resultate eines Versuches in Wien.

Die Belastungsresultate des Probestollens für die projektirte Wiener-Neustädter Tiefquellen-Wasserleitung wurden amtlich durch den Staats-techniker der k. k. Bezirkshauptmannschaft in Wiener-Neustadt, und durch Herrn Richard Engländer, Ingenieur und k. k. Professor, ferner in Anwesenheit vieler höherer amtlicher Funktionäre, sowie der ersten hiesigen Civil-Techniker und unter Leitung der delegirten Ingenieure der Tiefquellen-Wasserleitungs-Unternehmung ausgeführt und dienen nachstehende Daten als Auszug aus dem Protokolle:

Der Probestollen wurde in einer, aus gewachsenem Erdreiche ausgehobenen Grube ohne festen Stein oder Schotteruntergrund und ohne Fundirung ausgeführt und erst kurz vor der Belastung eine kleine Verbreiterung des Fusses durch eine Betonzulage vorgenommen, wodurch die Senkungen der Seitenwände bei der Belastung, auf die aus der

Tabelle angegebenen Zahlen beschränkt wurden. Der Stollen hat eine Spannweite von drei Metern, eine lichte Höhe, von der Sohle bis zum Scheitel gemessen, von 4,5 Metern, eine Bogenbreite von einem Meter, abgesetzte Seitenwände von 0,8 Meter Breite und eine durchaus gleiche Materialstärke von 130 Millimetern.



Belastungsprobe

des projektirten Stollens der Wiener-Neustädter Tiefquellen-Wasserleitung. Belastung 151,100 kg.

Das Drahtgeflecht des Probestollens besteht aus einem inneren Drahtgitter von sieben Bögen 15 mm starker Drähte und zehn Bögen 10 mm starker Drähte, die durch 10 mm starke Querdrähte verbunden sind; aus einem mittleren Drahtgitter von 12 mm starken Bogenstäben und 10 mm starken Querdrähten; aus einem äusseren Drahtgeflecht von 10 mm starken Bogenstäben und gleich dicken Querdrähten.

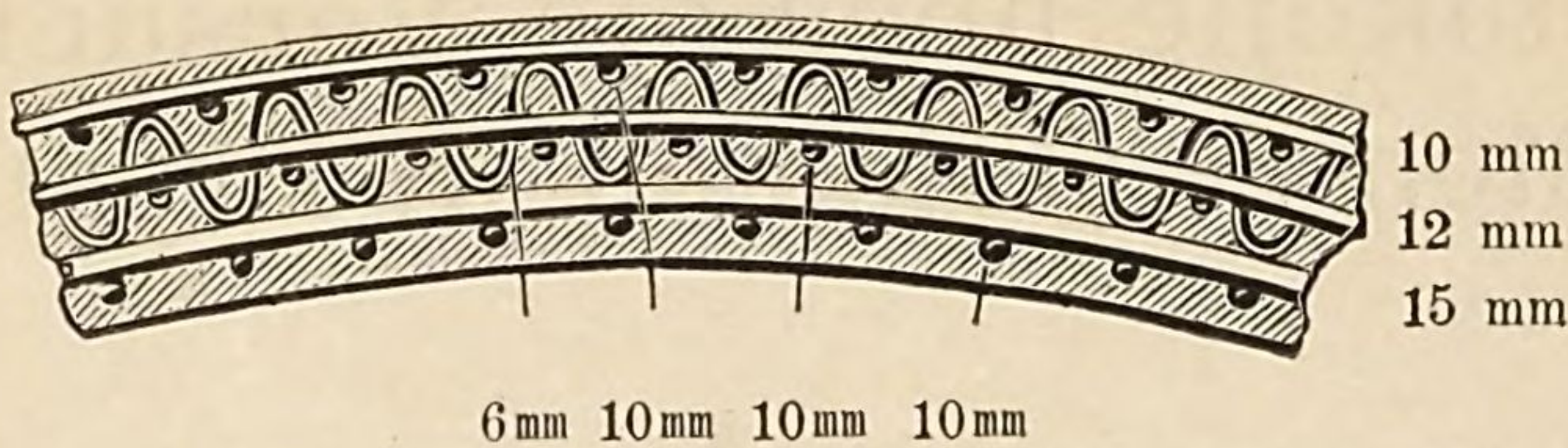
Alle drei Gerippe sind zur Fixirung ihrer bestimmten Lage durch neun Stück mäanderartig gewundene, 6 mm starke Drähte miteinander verbunden.

Die Schliesse, resp. Traverse, welche die Widerlager des Bogens mit einander verbindet, hat eine Drahteinlage von 5 Stück 10 mm starken Drähten, die Boden-Traverse dagegen 15 Stück ebenfalls 10 mm starke eingelegte Drähte.

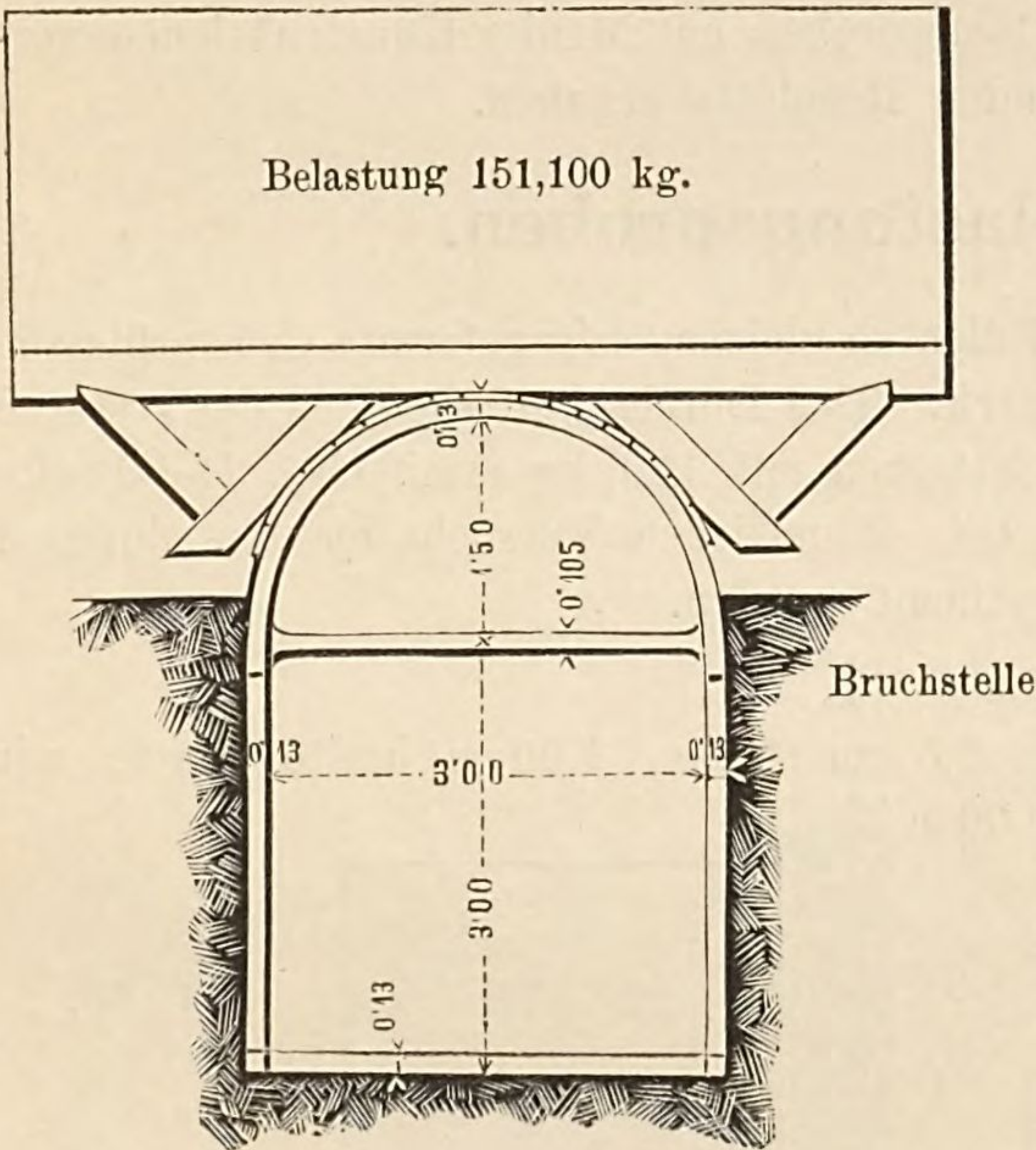
Das Verhalten des Probestollens während der Belastung ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Probetage	Belastung exclus. Sattelgewicht	Konstatirte Senkungen in Millimetern								Anmerkung
		vorne				rückwärts				
		links	Mitte	rechts	wirkliche Senkung des Bogenscheitels	links	Mitte	rechts	wirkliche Senkung des Bogenscheitels	
1	60 000	—	—	—	—	—	—	—	—	Sehr feine Haarrisse im Putz an der inneren Seite des Bogens sichtbar.
9	70 200	4,5	10	11	2,25	7,5	15	22	0,25	
10	85 200	5,3	13	12	4,35	8	17	22	2	
10	99 447	5,5	14,5	12,5	5,5	9	18,5	23	2,5	Einige kleine Haarrisse ebenfalls im Putz am Anschluss der Kämpferschliesse. Ganz gleiches Resultat.
12	99 447	7	18,5	14,5	7,75	10,3	21,2	24,5	3,8	
15	99 447	7	18,5	14,5	7,75	10,3	21,2	24,5	3,8	
16	115 747	8	19	15	7,5	11	24	25	6	Drei radial von der Schliesse ausgehende Risse, von denen nur einer mehrere Centimeter tief war, während die anderen nur im Putz konstatirbar waren.
16	130 000	11	24	19	9	15	28,5	28	7	
16	140 000	16,5	28,5	22	9,25	20	34	31	8,5	
18	150 000	23,5	36	26	11,25	25	42	33,5	12,75	Bruch in der Nähe des rechten Widerlagers bei Einbiegung der rechten Seitenwand, und S-förmiger Verbiegung der frei gewordenen Eisenkonstruktion, Einsenkung des Bogens nach rechts und Verbiegung desselben beim linken Widerlager, Abbiegung der Kämpferschliesse um ein Drittel ihrer Länge bei sonstigem Intactbleiben aller anderen Theile.
19	150 000	23,5	36	26	11,22	25	42	33,5	12,75	
20	151 100 Ges.-Ballast. incl. Sattelg.	—	—	—	—	—	—	—	—	

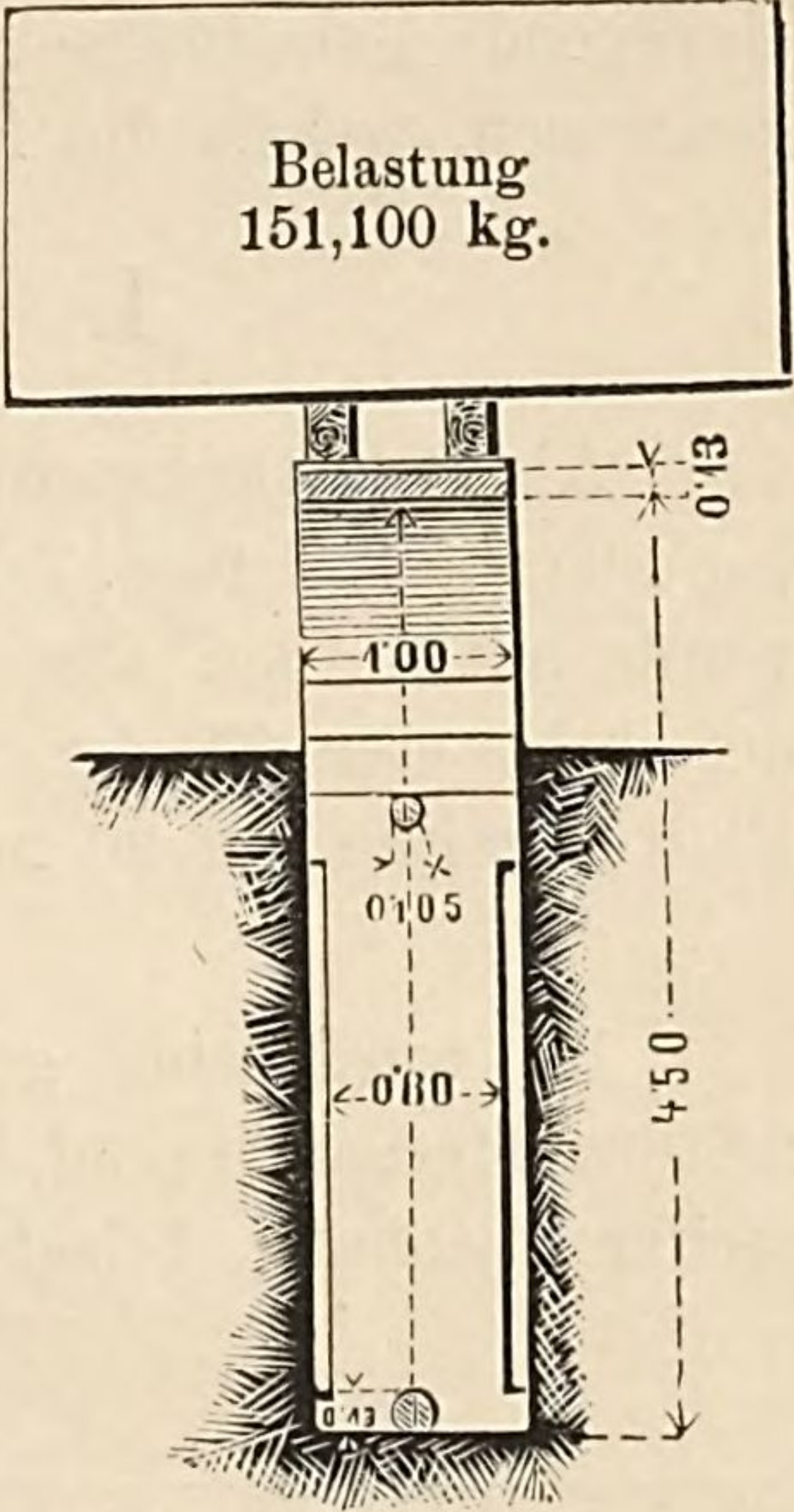
Vertical-Längenschnitt



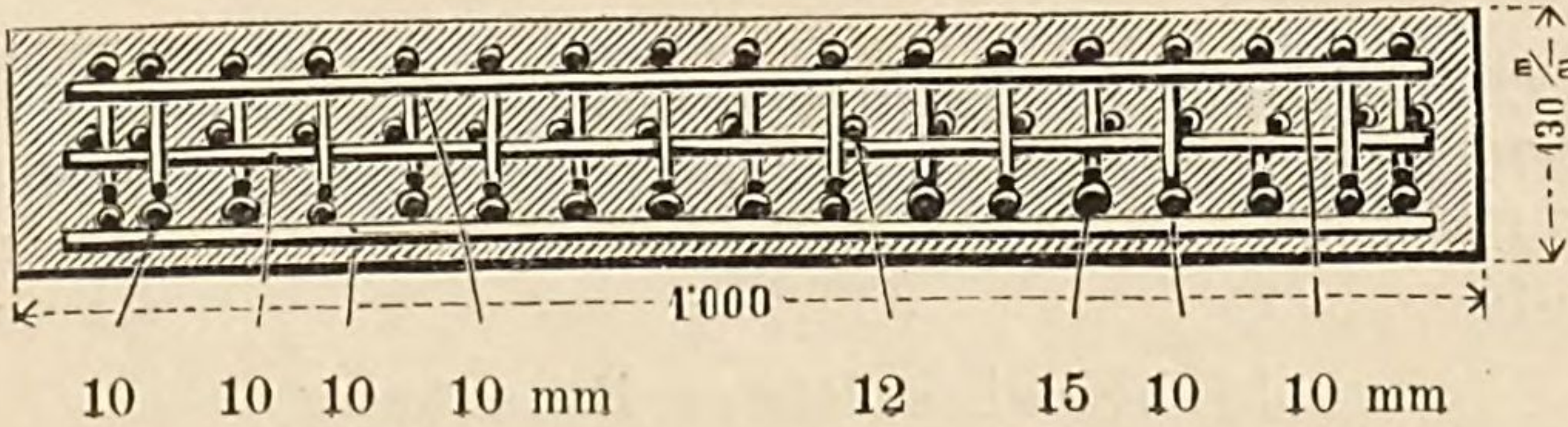
Seitenansicht



Verticalschnitt



Vertical-Querschnitt



III.

Protokolle über die Versuche an Monier-Objecten in Breslau.

A.

Breslau, den 16. November 1886.

Auf Ersuchen der Firma Gebr. Huber, Inhaberin des Monier-Patentes für die Provinzen Schlesien und Posen, wurden heute auf deren Grundstück, Neudorfstrasse Nr. 63 hier, in Gegenwart der mitunterzeichneten Baubeamten und Privatarchitekten in Gemeinschaft mit dem städtischen Branddirektor sowie einer grösseren Anzahl Fachgenossen eingehende Belastungs- und Feuerproben mit Monier-Konstruktionen vorgenommen, welche die folgenden Resultate ergaben.

I. Belastungsproben.

Als Belastungsmaterial dienten gleichmässig geformte Cementfliessen von 30 cm $\square$, 3 resp. 7 cm stark. Das Durchschnittsgewicht der ersteren wurde mit 5,8 kg, das der letzteren mit 12,6 kg ermittelt. Die Breite der belasteten Fläche war bei sämtlichen Versuchsobjekten durch 3 Plattenbreiten auf 90 cm bestimmt worden.

1.

Es wurde eine gerade 8,5 cm starke, 1,00 m breite Platte mit 2 Stützen frei aufliegend, bei 3,00 m weiter Spannung, belastet.

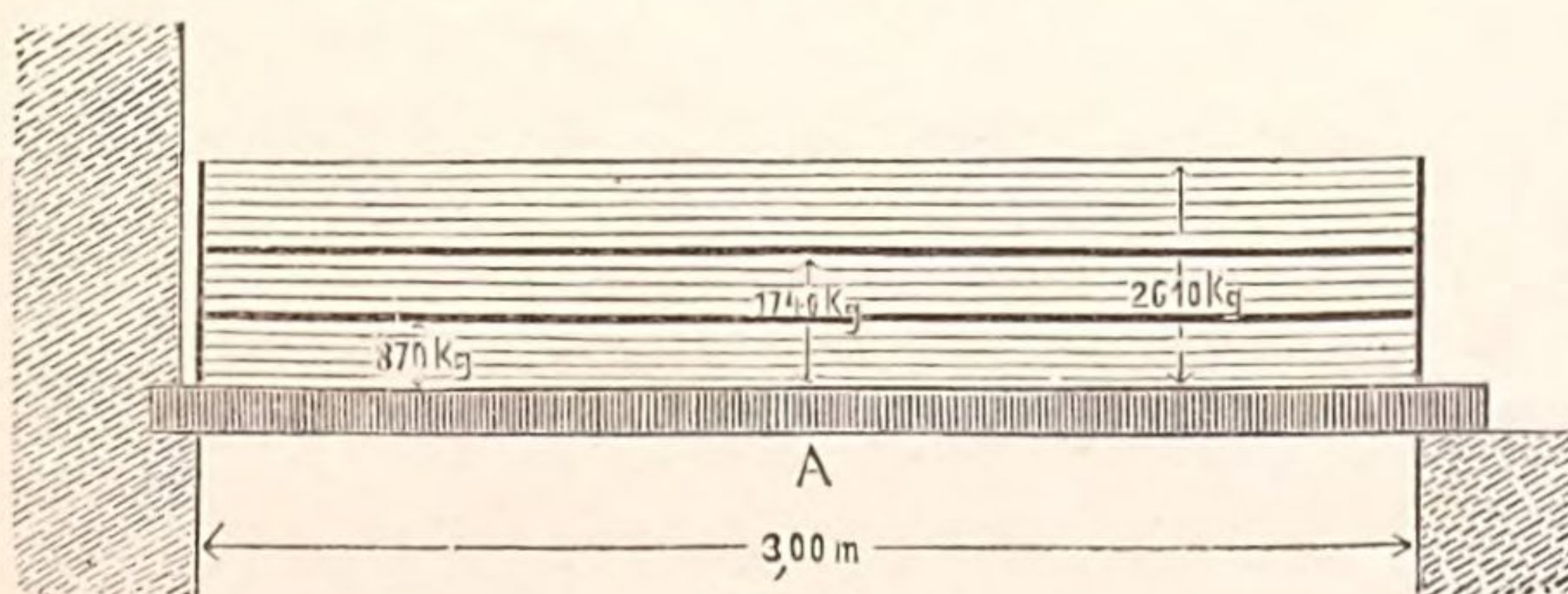


Abb. 1a.

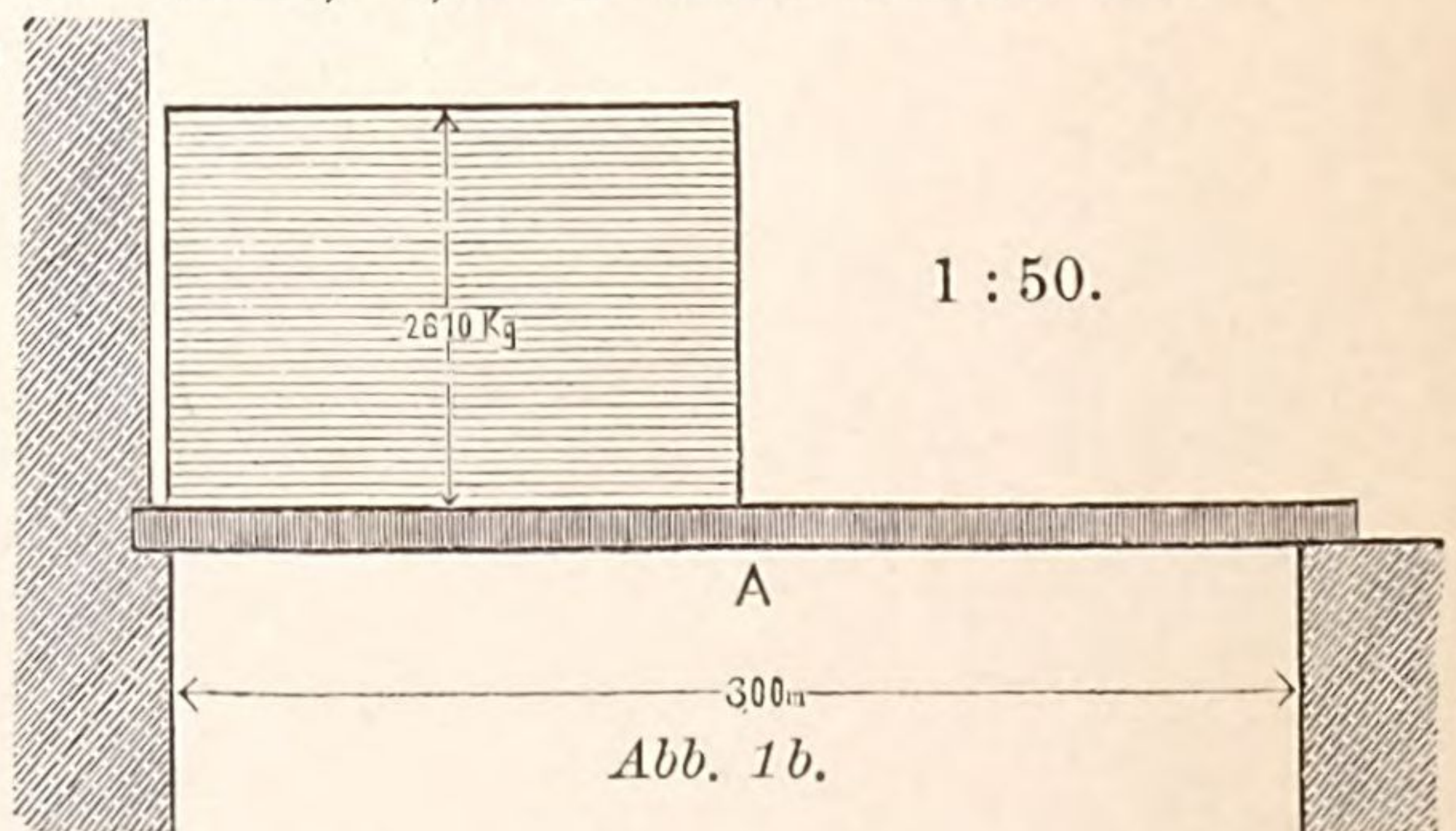


Abb. 1b.

Belastungsergebnisse

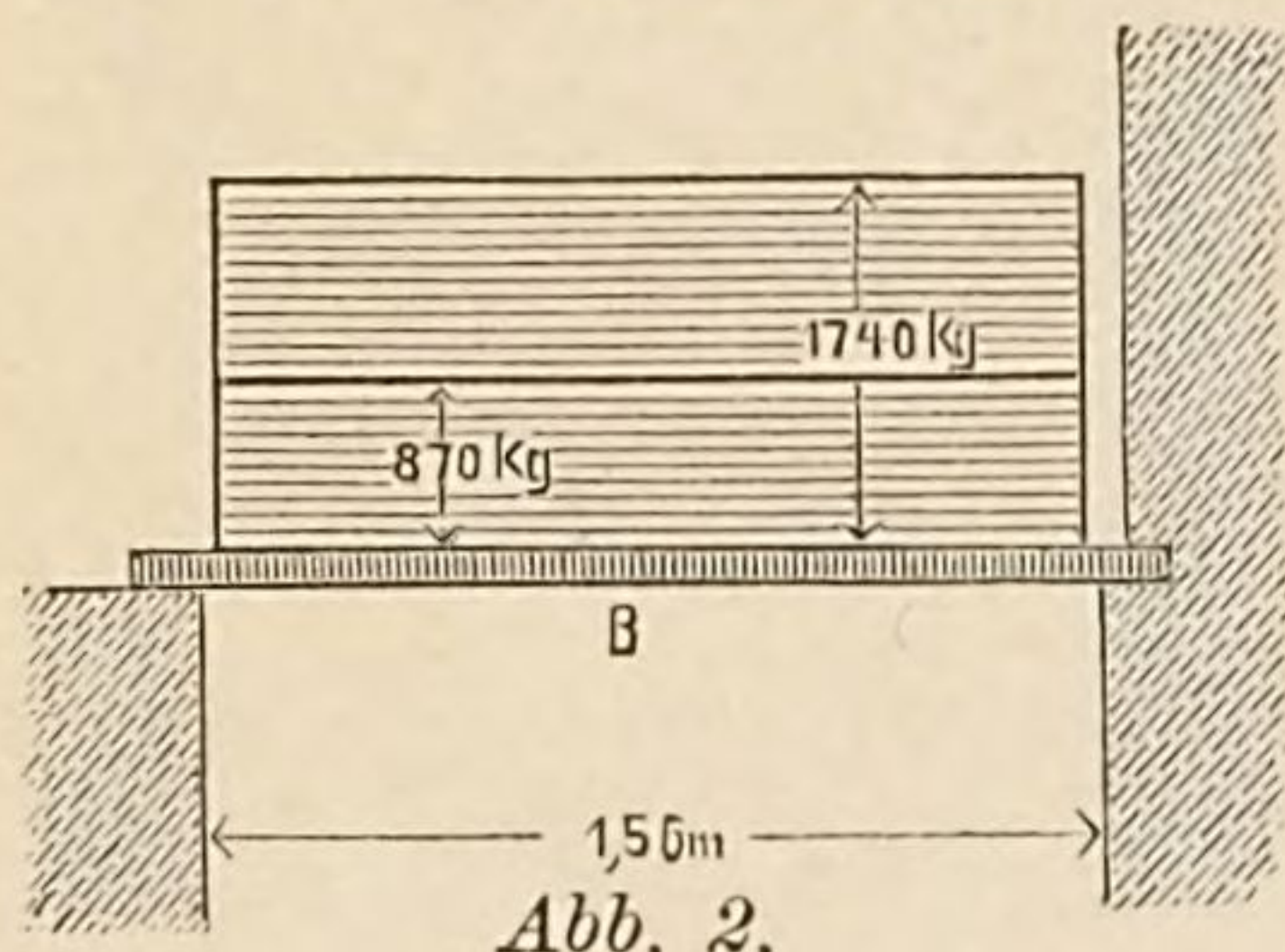
a) bei gleichmässiger Belastung.

Last im Ganzen	Last pro lfd. m bei 0,90 m Breite	Durchbiegung in der Mitte der Platte
870 kg	322 kg	0,5 mm
1740 -	644 -	2,5 -
2610 -	966,6 -	4,5 -

b) bei einseitiger Belastung
der linken Plattenhälfte

2610 kg	1933,3 kg	5,8 mm
---------	-----------	--------

Sowohl bei der gleichmässigen, als auch bei der einseitigen Belastung hatten sich weder Haarrisse noch Bruchstellen gezeigt. Nach der vollständigen Wegnahme der einseitigen Belastung verschwand auch die Durchbiegung in der Mitte, indem die Platte wieder genau in die vor der Belastung innegehabte Lage zurückging.



2.

Es wurde eine gerade 4,5 cm starke, 1,00 m breite Platte auf 2 Stützen frei aufliegend, bei 1,56 m weiter Spannung, belastet.

Belastungsergebnisse

a) bei gleichmässiger Belastung.

Last im Ganzen	Last pro lfd. m bei 0,90 m Breite	Durchbiegung in der Mitte der Platte
870 kg	621,4 kg	1 mm
1740 -	1252,8 -	3 -

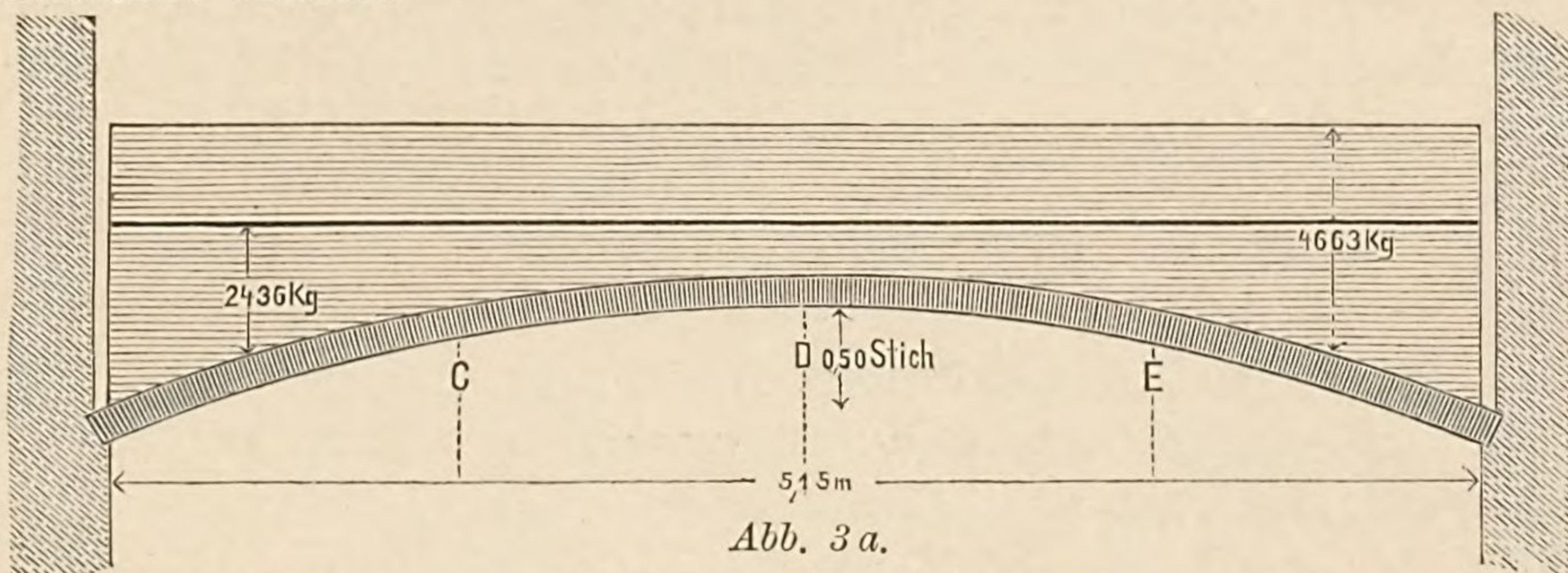
b) Gleichmässige Belastung und Stoss.

Die vorstehende Last von 1242,8 kg pro lfd. m wurde auf der Platte belassen, ausserdem von ca. 2 m Höhe ein Eisengewicht von 25 kg auf die belastete Platte geworfen, ohne dass eine während der Belastung nachhaltige Vergrösserung der Durchbiegung in der Mitte zu konstatieren war.

Weder die Belastung noch der Stoss hatten Risse oder Bruchstellen in dem Probeobjekt herbeigeführt.

3.

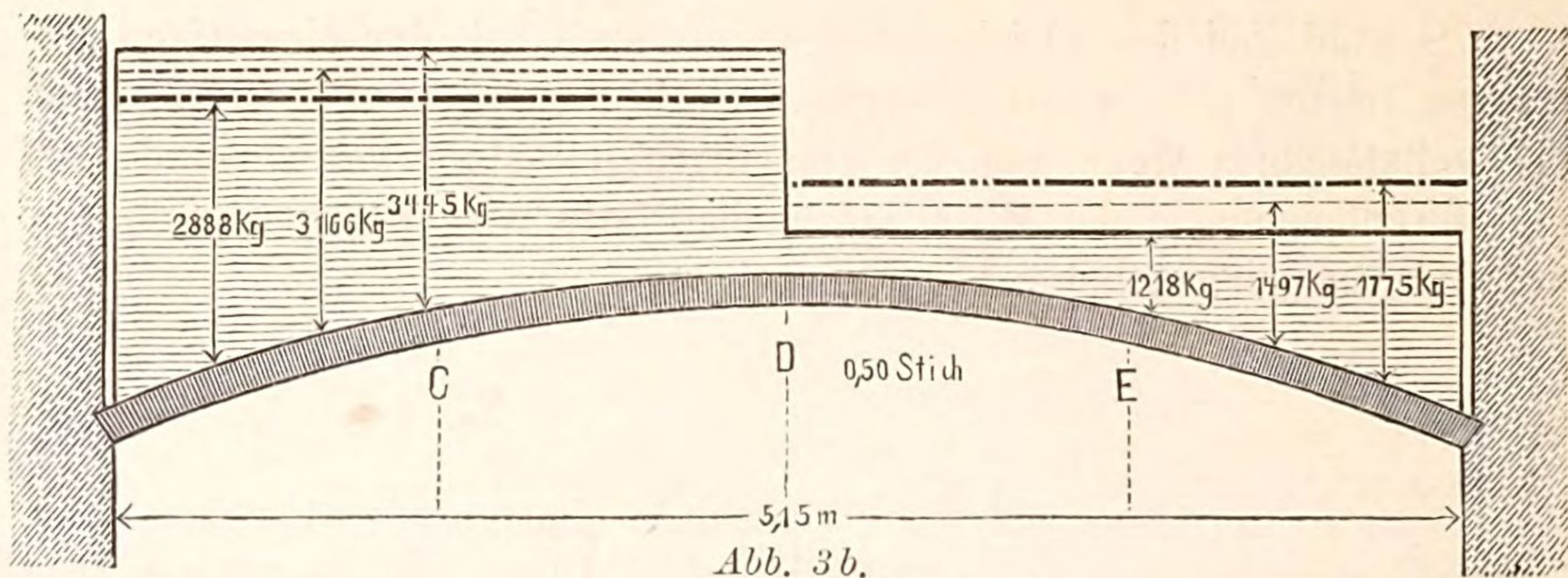
Es wurde ein zwischen 2 Mauern eingespanntes 7 cm starkes, 1,00 m breites Gewölbe, dessen Widerlager 9 cm tief in die Mauer eingestemmt waren, bei einer freien Spannung von 5,15 m und 0,50 m Stichhöhe belastet.



Belastungsergebnisse

a) bei gleichmässiger Belastung.

Last im Ganzen	Last pr. lfd. m bei 0,90 m Br.	S e n k u n g		
		links	Mitte	rechts
2436 kg	525 kg	0	0	0
4663 -	1000 -	1 mm schwach	1 mm stark	1 mm schwach.



b) Bei ungleichmässig vertheilter Belastung.

Last links		Last rechts		Senkung und Hebung		
im	pr. lfd. m bei	im	pr. lfd. m bei	(—)	(+)	
Ganzen	0,90 m Br.	Ganzen	0,90 m Br.	links	Mitte	rechts
2888	1245	1775	764	—1,0 mm	—0,9 mm	+0,8 mm
3166	1365	1497	646	—1,5 -	—1,0 -	+1,0 -
3445	1500	1218	525	—1,8 -	—2,0 -	+1,5 -

An den 1,30 m vom Scheitel nach rechts und links entfernten Beobachtungsmarken für die Senkung resp. Hebung des Gewölbes waren auch 1½ m lange Lothe angebracht, um eine event. seitliche Verschiebung dieser Stellen konstatiren zu können.

Während der gleichmässigen Belastung trat keine merkbare Verschiebung ein; erst bei der letzten einseitigen Mehrbelastung von 3445 resp. 1218 kg konnte eine minimale ½ — ¾ mm betragende Verschiebung von links nach rechts — also nach der weniger belasteten Stelle hin — bemerkt werden.

Auch hier zeigten sich am Probeobjekt während des Belastens weder Risse noch Bruchstellen.

Die Patentinhaber erklärten sich zu weiteren Belastungen event. bis zur Zerstörung der Versuchsobjekte 1—3 bereit; davon wurde jedoch Abstand genommen, einestheils, weil die bisherigen Resultate bereits weit über die praktischen Anforderungen hinausgingen, andererseits, damit der Firma die bis jetzt zu den Proben benutzten Objekte auch noch zu weitergehenden Versuchen erhalten blieben.

II. Feuerprobe.

Ein 2,00 m langes, 0,70 m D. Monier-Rohr, mit einer Wandstärke von 3 cm, wurde in aufrechter Stellung als Ofen benützt, und über die Hälfte mit Holz, Coaks und Kohlen gefüllt. Ueber dem Ofen lagen auf I-Trägern, der directen Gluth ausgesetzt, zwei Monier-Platten von 5 cm Stärke; zur annähernden Bestimmung des Hitzegrades dienten diverse unter den Platten angebrachten Legirungen

Zinn (Schmelzpunkt bei 230° C.)
Blei (- - 330° -)
Zink (- - 360° -)

In den Ofen selbst, ca. 1,00 m über den Rost, wurde eine Messingstange durch den Ofenmantel gesteckt:

(Schmelzpunkt 900° C)

Während beinahe 2 stündiger Dauer und Unterhaltung des Feuers schmolzen der Reihe nach die vorhin genannten Legirungen. Die Eisentheile, welche als Aufzugsvorrichtung um die Monier-Platten gelegt waren, erschienen dunkelroth glühend, woraus auf eine Temperatur an der untern Fläche der Versuchsplatten von pp. 700° C. geschlossen werden konnte. Nach dem Herunternehmen der Platten schmolz auf deren Oberfläche geworfenes Blei sofort, so dass mindestens eine mittlere Temperatur der Platte von 500° C. angenommen werden konnte.

Die 1,00 m lange 0,65 m breite Platte, welche beim Herunternehmen eine Durchbiegung von 4 mm und Brandrisse zeigte, wurde auf 2 I-Trägern frei, mit 0,80 m Spannung, aufgelegt und in der Mitte belastet.

Nachdem eine Last von 260 kg aufgebracht war, erfolgte die Abkühlung der Platte, ohne dass dabei eine Veränderung der letzteren zu erkennen war. Bei der darauf fortgesetzten Belastung bis 520 kg und 625 kg zeigte die Platte weitere Durchbiegungen von 2 resp. 4 mm — also mit der vor der Belastung ermittelten Durchbiegung von 4 mm im Ganzen 8 mm. — Nach weiterer Abkühlung, jedoch mit der noch vorhandenen Lasteinwirkung von 625 kg, reducirte sich nach einiger Zeit die Durchbiegung allmähig auf 7 mm und ging dann nach erfolgter Entlastung auf 6 mm zurück.

Eine Untersuchung der Platte nach diesen Manipulationen ergab, dass sie ausser den oben erwähnten Brandrissen keine weitere Beschädigung erlitten hatten.

Ausser dieser verschiedenartigen Inanspruchnahme der Platte wurde zum Schluss noch ein 20 kg Eisengewicht von ca. 1,70 m Höhe auf dieselben beworfen; dabei erlitt die Platte eine starke Durchbiegung und mehrere Risse, ohne jedoch zerstört zu werden, so dass sie immer noch als tragfähig bezeichnet werden konnte.

Der Versuch mit der ersten erhitzten Monier-Platte verunglückte dadurch, dass die Krahnvorrichtung riss und die Platte von ca. $2\frac{1}{2}$ m Höhe auf die eisernen Träger fiel, wodurch sie zerbrach; ihre Bruchstücke hielten aber immer noch am Eisengewebe fest, und nur durch eine vollständige Zertrümmerung gelang es, die einzelnen Cementstücke frei zu machen. Letztere zeigten, trotz der erheblichen Hitze und der darauf erfolgten Abkühlung, an keiner Stelle eine Zerstörung der Cementmasse, welche vielmehr immer noch ein äusserst festes und steinhartes Gefüge behielt. Gleichzeitig wurde constatirt, dass das bei der Zertrümmerung zu Tage tretende, bisher mit Cement umhüllte Eisengewebe zwar verbogen, jedoch sonst im früheren Zustande intakt geblieben war.

Das Monier-Rohr, welches als Ofen diente und die starke Gluth — wohl gegen 1000° C. (Messing schmolz, wie oben erwähnt, sofort) —

über 2 Stunden beherbergte, erlitt geringe Veränderung. Eine vor dem Anheizen am Aeussern des Ofenmantels angebrachte Marke von 1,00 m Länge zeigte nach 2 stündigem Feuer bei der vorhin konstatirten Temperatur eine Ausdehnung von $7\frac{1}{2}$ mm an. Der Ofenmantel selbst erhielt zwar anfangs durch die starke Gluth feine Brandrisse, eine weitere Zerstörung trat nicht ein, sondern es behielt das Rohr sowohl während des Weiterfeuerns, als auch nach der Abkühlung eine derartige Struktur, dass jede spätere gleichartige Beanspruchung mit Sicherheit ihm zugemuthet werden werden kann. Es verdient bemerkt zu werden, dass am Aeusseren Absprengungen der Cementbekleidung nicht zu erkennen waren, dagegen im Inneren Versinterungen eingetreten sind, welche auf eine die vorher angeführten Hitzegrade weit überschreitende Temperaturhöhe im Inneren schliessen lassen.

III. Adhäsion des Eisens am Cement.

Bei der Feuerprobe ergab sich als ein weiteres Resultat, dass trotz der aussergewöhnlichen Hitze, welcher die Platten ausgesetzt waren,*) ein Durchstossen der Eisenstäbe nicht stattgefunden hat, auch Losbröckelungen des Cements von den Eisenstäben nirgendwo haben beobachtet werden können. Dieser Umstand erhärtet in besonderem Maasse die Voraussetzung, welche dem Monier-Prinzip mit zu Grunde liegt, dass der Cement eine höchst haltbare Verbindung mit den Eisenstäben einzugehen im Stande ist.

Um dieses noch weiter für das Auge sichtbar zu machen, wurde der Versuch angestellt, einen 7 mm starken Eisendraht aus einem Cementbaluster herauszuziehen.

Das Versuchsobjekt, ein Ueberbleibsel einer Lieferung, hatte seit ca. 12 Jahren fortwährend im Freien, jeder Witterung ausgesetzt, gelegen. Zum Herausziehen des im Baluster nicht verankerten Eisenstabes wurde eine Hebelvorrichtung (1 : 5) angewendet und damit bis zum absoluten Gewicht von 1350 kg am Stab gezogen. Bei weiterer Belastung verbog sich der Hebelarm und der Draht konnte nur durch Zertrümmerung seiner Cementumhüllung freigelegt werden, wobei er in letzterer eine ganz glatte Umbettung hinterliess. Der Draht selbst zeigte, ausser einer ersichtlich von früher herrührenden Roststelle, keine Oxydation oder Querschnittsverminderung.

Um auch noch auf andere Weise den Nachweis zu führen, dass das von Cement umhüllte Eisen nicht rostet, wurden kleine Monier-

*) Entsprechend der Mittheilung über die Versuche von Bouniceau auf S. 13 betreffs der Wärmeausdehnung von Cementbeton ist hier ein Zwischensatz aus dem Protokoll weggelassen, der sich auf die verschiedene Ausdehnung der vereinigten Stoffe bezieht. Das Resultat dieser Feuerprobe ist erklärt durch das der Bouniceau'schen Versuche und bestätigt die Richtigkeit derselben.

Platten, welche seit 4 Monaten im Wasser gelegen hatten, zertrümmert. Auch hier waren an dem dabei zu Tage tretenden Eisengeflecht nirgends Roststellen zu bemerken.

IV. Zerstörung der Cementsubstanz durch Stösse.

Ein 20 kg Eisengewicht wurde von ca. 1,70 m Höhe auf eine 0,80 m frei liegende 5 cm starke Monier-Platte geworfen. Beim ersten und zweiten Wurf erfolgte beim Anprall ein elastisches Zurückwerfen des Gewichtes und war eine andere Beschädigung der Platte, als die Eindrücke der scharfen Gewichtskanten, bei diesen beiden Beanspruchungen nicht eingetreten. Beim dritten Wurf bildete sich auf der unteren Fläche der Platte eine schalenartige Loslösung von ca. 15 cm im Quadrat, während die obere Fläche eine sichtbare Loslösung noch nicht zeigte. Erst beim vierten Wurf, welcher wieder dieselbe Stelle traf, sprang die Schale ab, deren Stärke ca. 2 cm betrug, und die über derselben liegende obere Fläche zeigte nunmehr ein Loch von 3 cm Breite und 7 cm Länge. Alle anderen Theile der Platte, ebenso wie die innerhalb des Loches liegenden Eisenstabtheile blieben unbeschädigt und es konnte daher die Platte immer noch als tragfähig bezeichnet werden. Die in Versuch genommene Platte hatte eine Mischung von 1 Theil Cement und 3 Theilen Sand; sollte beabsichtigt werden, grössere Widerstandsfähigkeit gegen Stoss zu erhalten, so würde dieselbe dementsprechend durch verhältnissmässigen grösseren Cementzusatz der Mischung zu erzielen sein.

Die durch vorstehende Versuche gewonnenen Resultate wurden von den bei der Probe Anwesenden als derartig überzeugend erachtet, dass von weiteren Versuchen Abstand genommen und das Urtheil allgemein dahin abgegeben werden konnte, dass die Monier'sche Konstruktionsweise in höchstem Maasse beachtenswerth und nach den verschiedensten Richtungen hin — in vorläufig noch unabsehbarer Weise — nutzbringend zu verwerthen sei.

gez. Ansorge Reg.-Baumeister.	gez. v. Behr Reg.-Baumeister.	gez. Brost & Grosser Architekten.	gez. Diestel Reg.-Baumeister.
---	---	---	---

gez. Groeger Reg.-Baumeister.	gez. Gruhl Reg.-Baumeister.	gez. Hennicke Reg.-Baumeister.	gez. Herzog städt. Brand-Direktor.
---	---------------------------------------	--	--

gez. Kaumann Stadt-Baurath.	gez. Kessler Stadt-Bauinspektor.	gez. Labsien Reg.-Baumeister.	gez. Mende Stadt-Baurath a. D.
---------------------------------------	--	---	--

gez. Oesterlink Architekt.	gez. Salzmann Reg.-Baumeister.	gez. Schmidt Königl. Baurath.	gez. v. Scholtz Stadt-Bauinspektor.
--------------------------------------	--	---	---

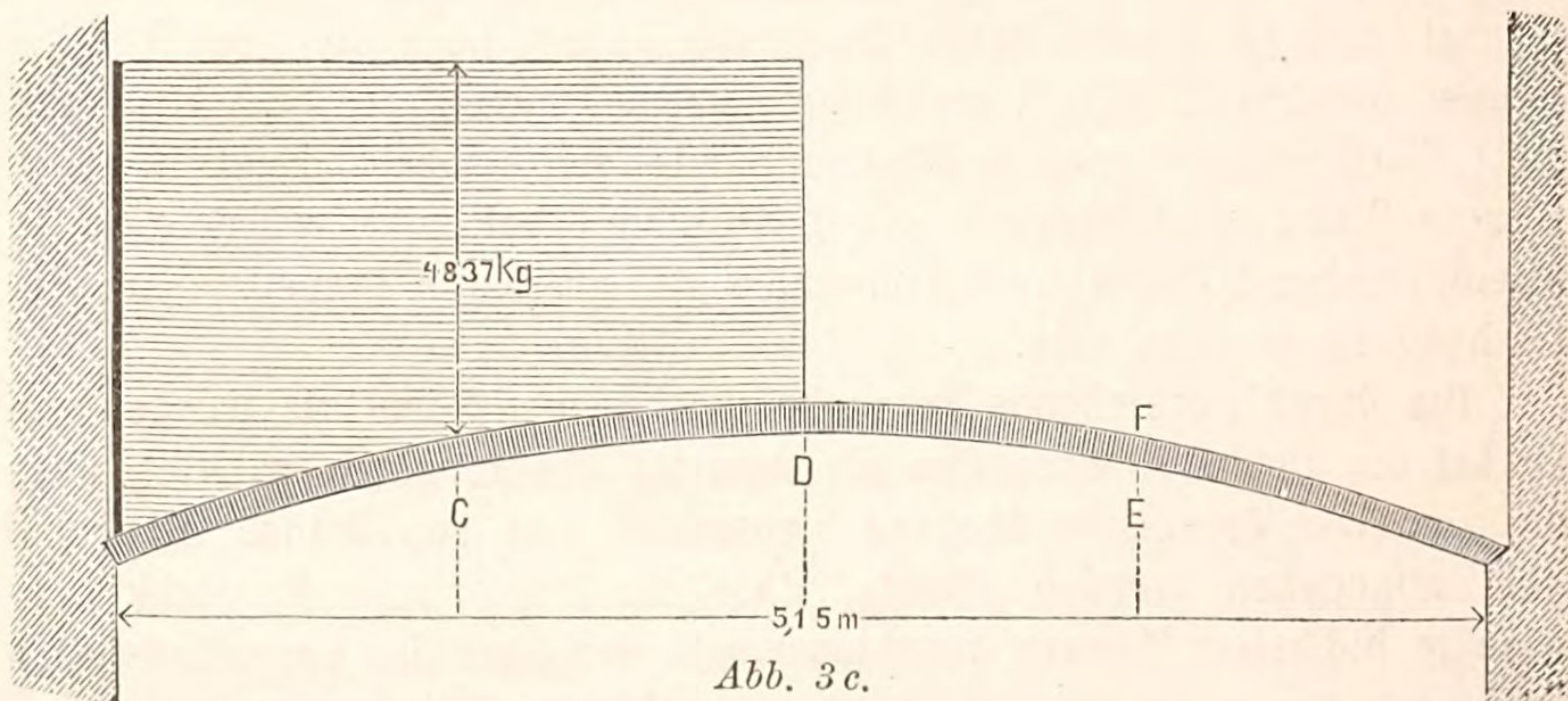
gez. Schottky Architekt.	gez. Taute Reg.-Baumeister.	gez. Timmann Reg.-Baumeister.	gez. Zaar Kgl. Garn.-Bauinspektor.
------------------------------------	---------------------------------------	---	--

B.

Breslau, den 27. November 1886.

Mit den Monier-Fabrikaten der Firma Gebr. Huber hier, sind heute in Anwesenheit der Unterzeichneten in Verfolg der Versuche vom 16. cr. noch weitere Proben vorgenommen worden, welche folgende Resultate ergaben.

- a) Die kleinere Platte Nr. 2 des vorstehenden Protokolles, auf welcher die am 16. cr. notirte Schlusslast von 1740 kg bis heute verblieben war, zeigte weder eine Vergrösserung der damals ermittelten Durchbiegung, noch irgend welche Risse oder andere Zerstörungen.
- b) Ebenso unverändert erwiesen sich der Zustand und die Abmessungen der Senkung resp. Hebung des sub Nr. 3a vorerwähnten Protokolles gezeichneten Gewölbes, trotzdem die damals aufgebrachte ungleichmässig vertheilte Last von 3445 kg resp. 1218 kg bis heute unausgesetzt auf ihm verblieben war.



Dieses Probeobjekt wurde heute einer noch grösseren Inanspruchnahme dadurch unterworfen, dass das auf der rechten Seite bisher vorhandene, zur Ausführung einer horizontalen Abgleichung aufgebrachte, Belastungsmaterial ganz entfernt, und hierdurch eine vollständig einseitige Belastung des Gewölbes auf der linken Seite hergestellt wurde. Nachdem diese einseitige Last das Gewicht von pp. 4500 kg erreicht hatte, zeigte sich auf dem rechten unbelasteten Gewölbeschenkel, 1,15 m vom Scheitelpunkte entfernt, an der Stirnseite sowie auf der Oberfläche des Gewölbes, dessen ganze Breite einnehmend, ein feiner Riss von kaum messbarer Breite. Die Vermehrung der einseitigen Last wurde sodann bis zu 4837 kg — rd. 1900 kg. pr. □m — ausgedehnt, wobei sich weder der obenerwähnte feine Riss sichtlich vergrösserte, noch neue Risse oder andere Destructionen eintraten.

Die Senkung (—) resp. Hebung (+) bei der letzten Belastung
 in der Mitte des linken belasteten Gewölbeschenkels = — 4,5 mm
 im Scheitel = — 4,00 -
 in der Mitte des rechten unbelasteten Gewölbeschenkels = + 4,5 -*)

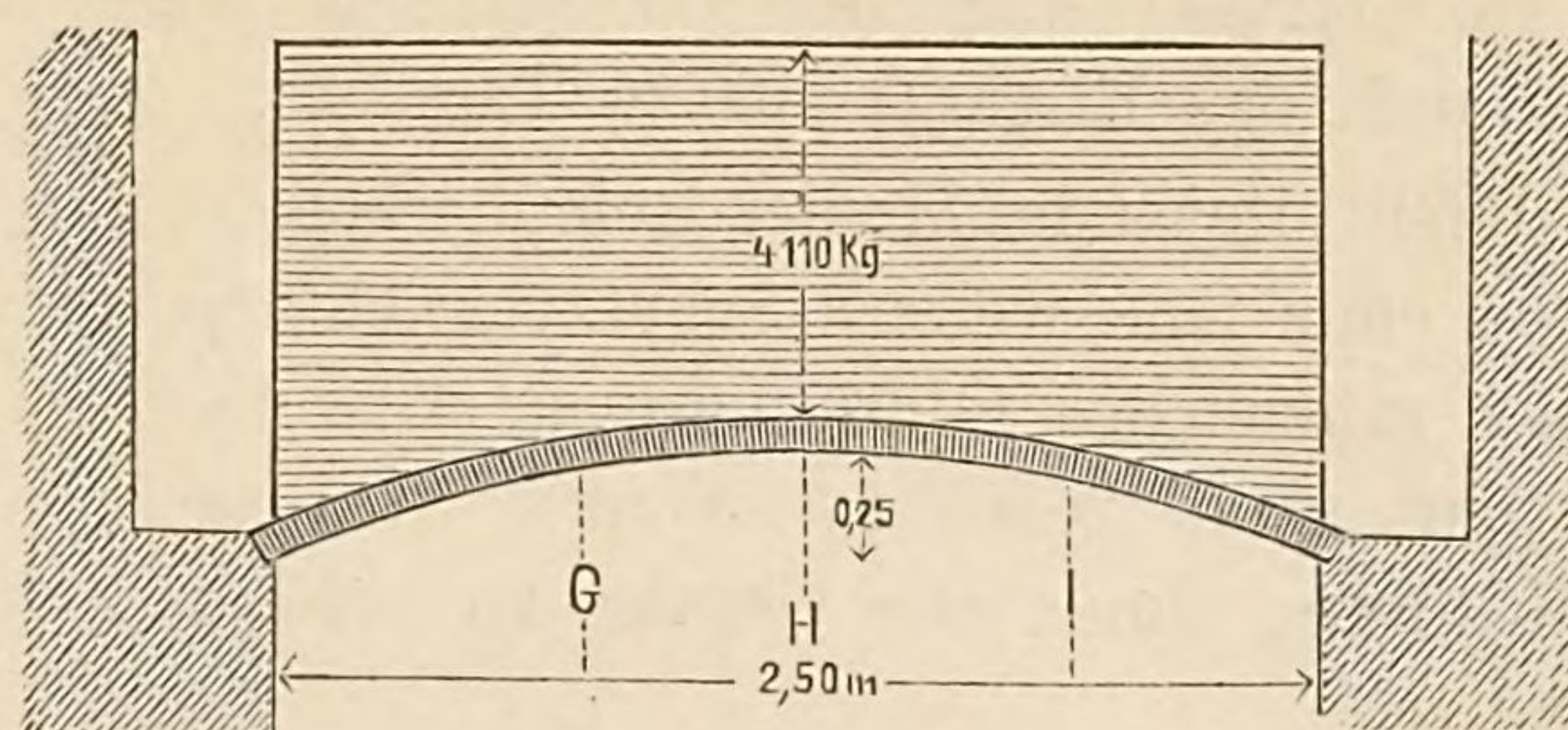


Abb. 4.

- c) Ein 1,00 m breites, in feste Widerlager ohne Uebermauerung eingelegtes Monier-Gewölbe von 2,50 m lichter Spannung, 25 cm Stichhöhe und 5 cm durchgehender Stärke, zeigte bei einer gleichmässig vertheilten Belastung von 4110 kg in der Mitte eine Senkung von 1,3 mm, und bei zwei, rechts und links 60 cm vom Scheitel entfernten, Beobachtungspunkten eine solche von je 1 mm; Risse etc. sowie seitliche Verschiebungen der Markzeichen traten nicht ein.
- d) Das im vorgehefteten Protokolle sub II erwähnte Monier-Rohr wurde nochmals als Ofen benützt, und mit einer 1,00 m langen, 0,65 m breiten, 5 cm starken Monierplatte wie bei den früheren Versuchen bedeckt. Als ein gleicher Hitzegrad wie bei jenen Versuchen vom 16. cr. erreicht worden war, wurde die erhitzte, mit Brandrissen durchzogene Monierplatte bei 0,80 m freier Spannung mit ca. 700 kg belastet. Die in Folge der Hitzebeanspruchung und der demnächstigen Belastung entstandene Durchbiegung betrug 18 mm. Während der nun — unter dieser Lasteinwirkung — erfolgten Abkühlung der Platte **verminderte sich ihre Durchbiegung** um 3 mm, also auf 15 mm, und ging bei Vermehrung der Last bis zu 1310 kg (mithin rd. 2600 kg pr. □m) wieder in die frühere Lage mit 18 mm Durchbiegung zurück.

Nach vollständiger Entlastung der Platte waren auf ihrer Oberfläche wohl die Brandrisse, jedoch kein weiterer Bruch zu sehen, wogegen auf der Unterfläche neben den Brandrissen ein neuer Bruch in der Mitte durch die ganze Breite entstanden war. Ein Wurf mit einem 20 kg Gewicht von ca. 1,70 m Höhe zerbrach nunmehr die Platte. Eine vollständige Zertrümmerung der letzteren trat jedoch noch nicht ein, da — trotz ihrer Brüche und Risse — die Platte immer noch das

*) Die volle einseitige Belastung von 4837 kg verblieb 14 Tage lang — **ohne jede weitere messbare Veränderung der oben notirten Resultate** — auf dem Gewölbe. Nach Entlastung des letzteren zeigte die Marke im Gewölbescheitel eine **Senkung von 1 mm**, während die beiden seitlichen Beobachtungsmarken eine **Hebung von 0,5 mm** angaben.

Die Patentinhaber.

Gewicht eines erwachsenen Menschen bei 0,80 m freier Spannung aufnehmen konnte, ohne dass ein Durchbruch erfolgte. Die einzelnen Steinstücke konnten nur durch Hammerschläge vom Eisengeflecht losgetrennt werden und zeigten wieder — trotz Hitze und plötzlicher Abkühlung — ein festes, steinhartes Gefüge der unzerstörten Cementmasse; ebenso unversehrt trat auch das Eisengerippe zu Tage.

Das als Ofen dienende Monier-Rohr, welches nun bereits zum zweiten Male — ohne jede weitere Schutzvorrichtung und Verankerung — einer solchen erheblichen Gluth ausgesetzt worden ist, wurde auch diesmal nicht nur nicht zerstört, sondern wird auch in dem jetzigen Zustande noch öfters ohne jede Gefahr zu solchen Zwecken benutzt werden können.

- e) Der Versuch cfr. Protokoll vom 16. cr. sub III sollte mit einem ähnlichen Cementbaluster unter denselben Verhältnissen vorgenommen werden. Nachdem auf den 7 mm D Eisenstab durch die Hebelvorrichtung ein Zug von rot. 1300 kg ausgeübt worden war, brach das nicht von Cement umhüllte untere Ende des Eisenstabes ab, so dass eine weitere Beanspruchung des Versuchsobjektes für den Augenblick nicht mehr möglich war. Von den weiteren Versuchen in dieser Materie wurde im Uebrigen abgesehen, da das bereits erzielte Ergebniss als vollkommen ausreichend für die Beurtheilung der Sache selbst erachtet wurde. Wie beim ersten Versuch konnte auch hier das uncementirte Eisen erst durch Zertrümmerung der Cementbetonmasse freigelegt werden und ergab sich das eingebettete Eisen wiederum als gänzlich frei von Rostzerstörung.

Die bei vorerklärten Versuchen gewonnenen Resultate sind daher geeignet, die im Protokoll vom 16. cr. niedergelegten Angaben und Schlussfolgerungen vollkommen zu bekräftigen.

gez. **Bender**

Königl. Regierungsrath und Baurath
Mitglied der Königl. Eisenbahn-Direktion Breslau.

v. Münstermann

Königl. Meliorations-Bauinspektor
der Provinz Schlesien.

Weinbach

Königl. Bauinspektor.

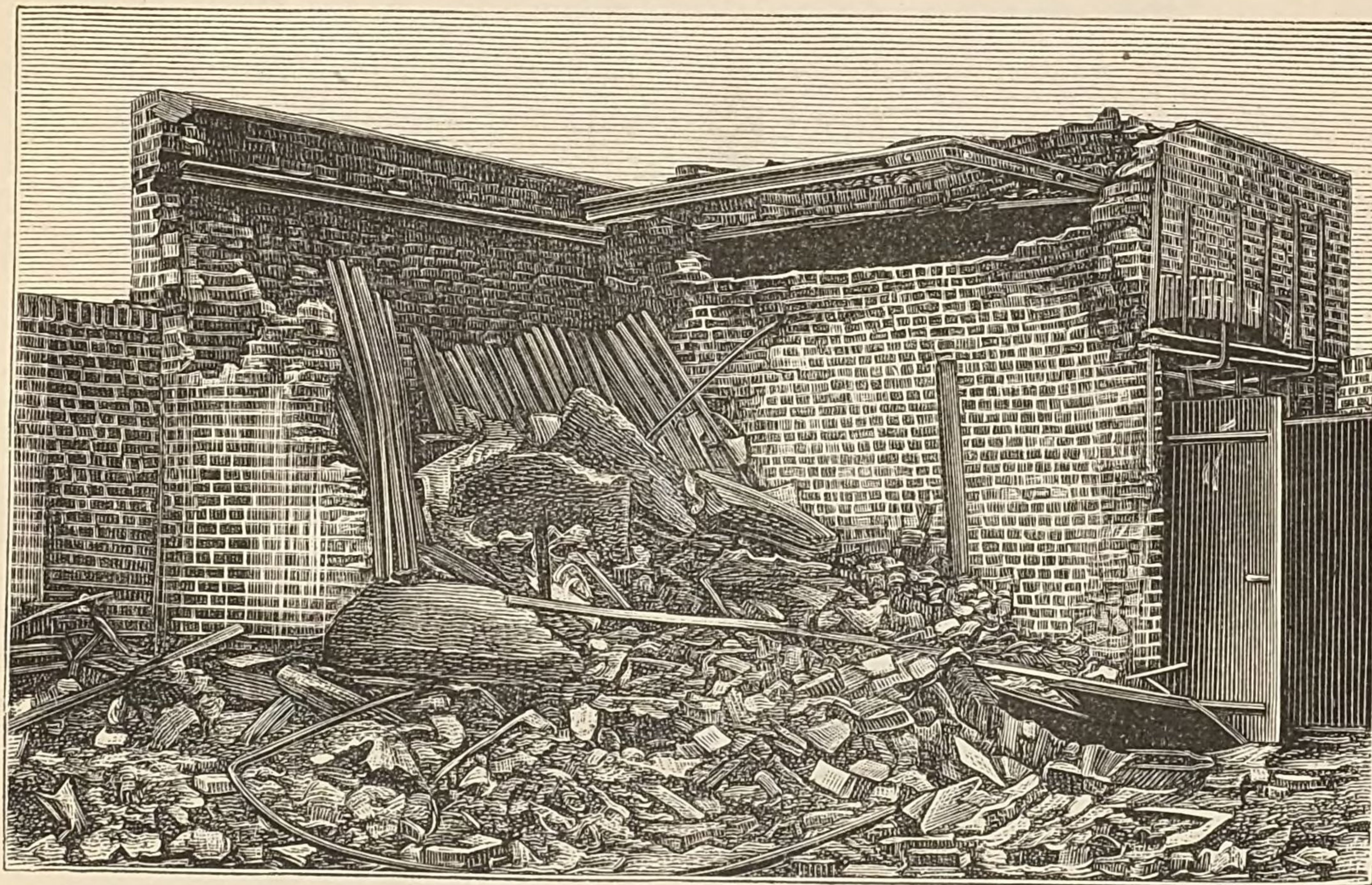
Zaar

Königl. Garnison-Bauinspektor.

IV.

Protokoll

über eine vergleichende Feuerprobe an einer Trägerwellblech- und
einer Monier-Decke
in Nippes bei Köln.

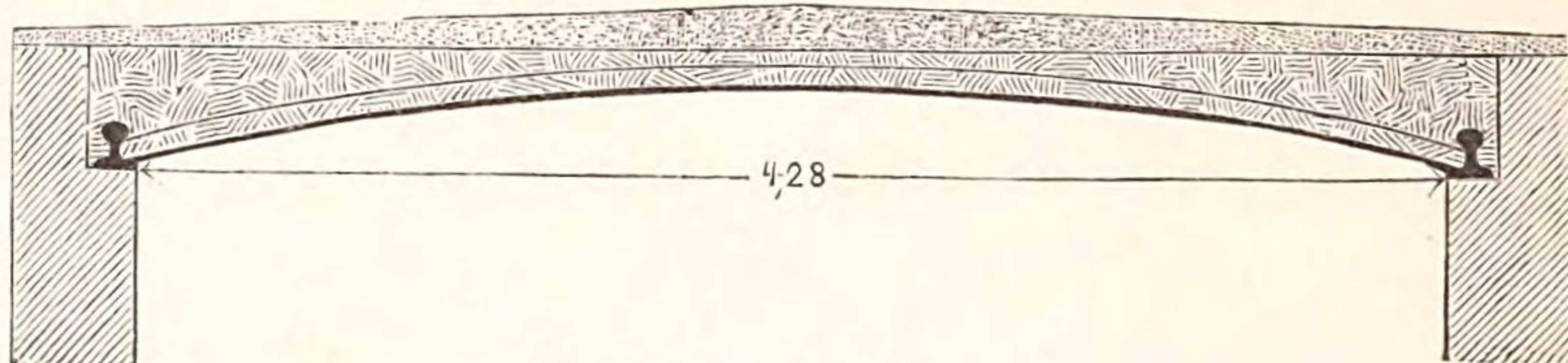


Am 20. November 1886 fand in dem Etablissement Rhein. Gummi-
waaren-Fabrik des Herrn Franz Clouth in Nippes-Köln eine Feuer- und
Belastungs - Parallelprobe mit Deckenkonstruktionen (Gewölben) aus
Trägerwellblech und nach dem sog. System „Monier“ erstellt — statt.

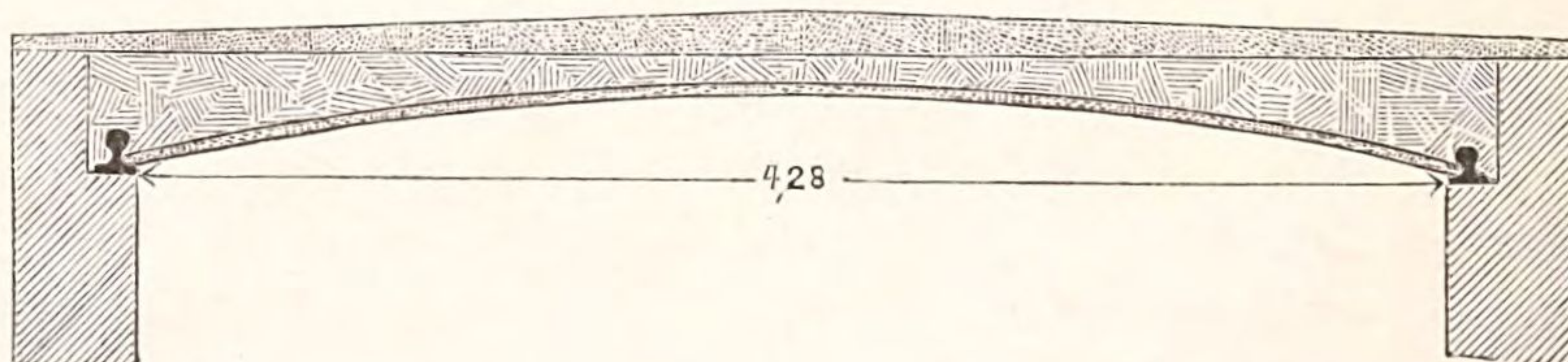
Zu dem Probezwecke war eigens ein Gebäude errichtet und sollte
das Resultat der Probe entscheiden, welche der beiden Konstruktionen
als Ersatz für 2, in einem 3 Stock hohen Gebäude der obigen Fabrik
bestehende Holzdecken in Anwendung trete.

Schnitte nach der Tiefe des Versuchs-Gebäudes

1) durch die Wellblechdecke.



2) durch die Monierdecke.



Die Gewölbe hatten 4,28 m Spannweite und 0,28 m Stich. Das Wellblech hatte eine Stärke von 1 mm, 50 mm Wellenhöhe und 90 mm Wellenbreite, war in einer Höhe bis 5 cm über Wellenscheitel ausbetonirt, während sich in den Widerlagerzwickeln eine Ausfüllung mit Kohlenasche und auf dieser eine durchschnittlich 10 cm starke Betonirung als Boden befand.

Die Monierkonstruktion bestand aus 8 Eisenstäben von 10 mm Durchm. und 7 solchen von 8 mm Durchm. Stärke pro 1,00 m Gewölbelänge, erstere befanden sich unter, letztere über den 5 mm starken von 10 zu 10 cm eingetheilten Traversstäben angeordnet.

Die Cementbetoneinbettung des Gerippes war im Widerlager 6 cm, im Scheitel des Gewölbes $4\frac{1}{2}$ cm — Ausfüllung der Gewölbezwickel und der hierauf lagernde Betonboden wie oben — ausgeführt.

Die Widerlager waren für beide Gewölbekonstruktionen gemeinschaftlich — aus untereinander verankerten Eisenbahnschienen — hergestellt, der für die Befuerung bestimmte Rost lag 80 cm unter Gewölbekämpferlinie auf den Zugstangen der zur Befestigung des Gebäudes noch besonders angeordnet gewesenen Verankerung.

Die aufgebrachte Belastung — gleichmässig über die Gewölbe vertheilt — betrug bei beiden Gewölben 410 kg pro $\square$ m. Gegen $\frac{1}{24}$ Uhr Nachmittags begann die Anfeuerung und war die Entflammung des Brennmaterials unter dem Moniergewölbe, wegen der vorherigen Begiessung des ersteren mit Benzin eine sofortige, während nach verschiedenlichsten Versuchen und mit endlicher Anwendung von Theerfackeln die Anzündung unter der Wellblechdecke erst nach Verlauf von etwa 25 Minuten gelang.

Das Feuer unter der Monierdecke — bis zur höchsten Intensität zwischenzeitlich gesteigert — bewirkte an den, von dem Moment der Anfeuerung von der Flamme bespülten Stellen (jedenfalls infolge des im Cementmaterial noch vorhandenen mechanisch gebundenen Wassers herbeigeführt) ein von Detonationen begleitetes Abspringen des das Eisen-

gerippe deckenden Verputzes, während mit dem Anwachsen des Feuers unter der Wellblechdecke ein allmähliges Aufsteigen der letzteren bemerklich wurde, dem nach Verlauf von stark 20 Minuten ein plötzliches Einknicken der mittlerweile dunkelroth glühend gewordenen Blechkonstruktion und mit diesem in Verbindung ein theilweises Zerstören des Probegebäudes durch Abtrennen der Umfassungsmauern folgte.

Nach einer weitem Viertelstunde entstand eine ähnliche wie oben beschriebene Bewegung der Wellblechdecke und bog sich dieselbe ganz nach unten durch, womit der völlige Einsturz des betreffenden Gebäudetheiles eintrat.

Ausser einer Streckung des Moniergewölbes, die mehr oder weniger als durch die Arbeit der eingestürzten Wellblechdecke, welche, wie eingangs gesagt, mit der Monierdecke ein gemeinschaftliches Widerlager hatte — bewirkt anzusehn sein wird, liess sich ausser der oben beschriebenen Abblätterung des Gewölbeverputzes an diesem keine Veränderung konstatiren.

Der von dem Moniergewölbe überspannte Gebäudetheil blieb ebenfalls intact und schwebten die Widerlagerschienen der eingestürzten Wellblech-Konstruktion frei in der Luft.

Die Monierkonstruktion war bis dahin fortwährend starker Be-
feuerung ausgesetzt geblieben und wurde etwa eine Viertelstunde nach
erfolgtm Einsturz der Trägerwellblechkonstruktion — um auch das
Verhalten der Monierdecke nach dieser Richtung zu erproben — gleich-
zeitig aus zwei Schläuchen der Wasserleitung genannter Fabrik abge-
spritzt — ohne weiteren Schaden zu nehmen.

Nach Neuverputz des Gewölbes würde dasselbe seinen ursprüng-
lichen Werth wiedererlangen, wenn man einer Streckung der Monier-
kappe durch selbstständige feste Widerlager in Zukunft vorbeugt.

Der Probe wohnten an: die Herren **Franz Clouth**; Baurath
Pflaume; Regierungsrath **Jüttner**; Comm. Baumstr. **Kühn**, Nippes;
Kaufmann **F. A. Banzhaf**, Köln; zwei Vertreter der Germania-
Hütte-Neuwied, (welche das Probe-Wellblech geliefert hatte); Archi-
tect **Le Brun**, Köln; Fabrikant **Fritz Hönig**, Vice-Branddirector
a. D., Köln; Ingenieur **Hoffstatt**; Ingenieur **Eschweiler**; ein Ver-
treter der Firma G. A. Wayss (Inhaber des Patentes „System Monier“)
und Andere mehr.



Tabelle

der Plattenstärken und der Gewichte für Spannweiten von
0,70 bis 3,00 m und Belastungen von 150 bis 1200 kg
a. d. qm.

Spannweite	0,7 m		0,8 m		0,9 m		1,0 m		1,1 m	
p	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G
kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm
150	9	21	10	23	12	28	13	30	14	33
200	10	23	12	28	13	30	15	35	17	39
250	12	28	13	30	15	35	16	37	18	41
300	13	30	14	32	16	37	18	42	20	46
350	14	32	16	37	18	42	19	44	21	48
400	15	35	17	38	19	44	21	49	23	54
450	16	37	18	42	20	46	22	51	24	56
500	16	37	19	44	21	49	23	52	25	58
550	17	38	20	46	22	51	24	55	26	61
600	18	42	20	46	23	53	26	60	28	66
650	19	44	21	49	24	55	27	62	30	68
700	19	44	22	51	25	58	28	64	31	71
750	20	46	23	53	26	60	29	67	32	74
800	21	49	23	53	27	62	29	67	33	76
900	22	51	25	58	28	64	31	72	34	79
1000	23	53	26	60	30	69	33	76	36	84
1100	24	55	28	64	31	72	35	81	38	89
1200	25	58	29	67	33	76	36	83	40	91

p gleichmässig vertheilte Last.

δ Plattenstärke. — G Gewicht der Platten.

Tabelle

der Plattenstärken und der Gewichte für Spannweiten von
0,70 bis 3,00 m und Belastungen von 150 bis 1200 kg
a. d. qm.

Spannweite	1,2 m		1,3 m		1,4 m		1,5 m		1,6 m	
p	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G
kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm
150	16	36	18	40	18	42	19	44	20	46
200	18	41	20	45	20	46	22	51	23	53
250	20	45	22	50	24	56	25	58	26	60
300	22	50	24	55	26	60	27	62	29	67
350	24	54	26	59	28	64	29	67	31	72
400	25	58	28	64	30	70	31	72	33	76
450	27	61	30	67	32	74	33	76	35	81
500	28	65	31	71	33	75	35	81	37	85
550	29	67	32	74	34	76	37	85	39	90
600	31	70	34	77	36	84	38	88	41	95
650	32	74	35	81	38	88	40	92	42	97
700	33	76	36	84	39	90	41	95	44	101
750	34	78	37	86	40	92	43	99	45	104
800	35	80	39	88	42	97	44	101	47	108
900	38	86	42	95	44	102	47	108	50	115
1000	40	92	44	101	46	106	49	113	52	120
1100	42	95	46	105	48	110	52	120	55	127
1200	43	99	47	109	50	115	54	124	58	133

p gleichmässig vertheilte Last.

δ Plattenstärke. — G Gewicht der Platten.

Tabelle

der Plattenstärken und der Gewichte für Spannweiten von
0,70 bis 3,00 m und Belastungen von 150 bis 1200 kg
a. d. qm.

Spannweite	1,7 m		1,8 m		1,9 m		2,0 m		2,1 m	
p kg/qm	δ mm	G kg/qm	δ mm	G kg/qm	δ mm	G kg/qm	δ mm	G kg/qm	δ mm	G kg/qm
150	22	51	23	53	24	55	25	58	27	62
200	25	58	27	62	28	64	29	67	31	72
250	28	64	30	69	31	72	33	76	35	81
300	31	72	33	76	34	80	36	83	38	88
350	33	76	35	81	37	85	39	90	41	95
400	36	83	38	88	40	92	42	97	44	101
450	38	88	40	92	42	97	44	101	47	108
500	40	92	42	97	44	101	47	108	49	113
550	42	97	44	101	46	106	49	113	51	117
600	43	99	46	106	49	113	51	117	54	124
650	45	104	48	110	51	118	53	122	56	129
700	47	108	50	115	53	122	55	127	58	133
750	49	113	52	120	54	124	57	131	60	138
800	50	115	53	122	56	129	59	136	62	142
900	53	122	56	129	59	136	62	142	66	151
1000	56	129	59	136	63	145	66	151	69	157
1100	59	136	62	142	66	151	69	157	73	168
1200	61	140	65	149	69	157	72	165	76	174

p gleichmässig vertheilte Last.

δ Plattenstärke. — **G** Gewicht der Platten.

Tabelle

der Plattenstärken und der Gewichte für Spannweiten von
0,70 bis 3,00 m und Belastungen von 150 bis 1200 kg
a. d. qm.

Spannweite	2,2 m		2,3 m		2,4 m		2,5 m		3,0 m	
p	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G	δ	G
kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm	mm	kg/qm
150	28	64	29	67	31	72	32	74	38	88
200	32	74	33	76	35	81	37	85	44	101
250	36	83	38	88	39	90	41	95	49	113
300	40	92	42	97	43	99	45	104	54	125
350	43	99	45	104	47	108	49	113	58	133
400	46	106	48	110	50	115	52	120	62	142
450	49	113	51	117	53	122	55	127	66	151
500	51	117	53	122	56	129	58	133	70	160
550	54	124	56	129	58	133	61	140	73	168
600	56	129	59	136	61	140	64	147	76	174
650	59	136	61	140	64	147	67	154	80	184
700	61	140	63	145	66	151	69	158	83	190
750	63	145	66	151	68	156	71	162	86	197
800	65	149	68	156	70	160	73	168	88	202
900	69	157	72	165	75	172	78	179	94	216
1000	72	165	75	172	79	181	82	188	99	227
1100	76	174	79	181	83	190	86	197	104	240
1200	79	181	83	190	86	197	90	206	108	248

p gleichmässig vertheilte Last.

δ Plattenstärke. — G Gewicht der Platten.

Tabelle II

der Gewölbestärken für Spannweiten von 1,5 bis 10,00 m
und Belastungen von 100 bis 10000 kg/qm.

l	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m	6,0 m	7,0 m	8,0 m	9,0 m	10,0 m
p kg/qm	G e w ö l b e s t ä r k e i n m m												
100	3	4	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	18
250	4	6	7	8	10	11	13	14	17	19	22	25	28
500	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	31	35	39
750	7	10	12	14	17	19	22	24	29	34	39	43	48
1000	8	11	14	17	19	22	25	28	33	39	44	50	56
1250	9	12	16	19	22	25	28	31	37	43	50	56	62
1500	10	14	17	20	24	27	31	34	41	48	54	61	68
1750	11	15	18	22	26	29	33	37	44	51	59	66	74
2000	12	16	20	24	28	31	35	39	47	55	63	71	79
2500	13	18	22	27	31	36	40	44	53	62	70	79	88
3000	14	19	24	29	34	38	43	48	58	67	77	86	96
4000	17	22	28	33	39	44	50	56	67	78	89	100	111
5000	19	25	31	37	43	50	56	62	74	87	99	112	125
6000	20	27	34	41	48	54	61	68	82	95	109	122	136
7000	22	29	37	44	51	58	66	74	88	102	117	132	147
8000	23	31	39	47	55	63	71	79	94	110	126	141	157
9000	25	33	42	50	58	66	75	83	100	116	133	150	167
10000	26	35	44	53	61	72	79	88	105	123	140	158	175

l Spannweite. — p gleichmässig vertheilte Last.

Siehe dazu die Bemerkungen auf Seite 82.

Beispiele

von

Bauausführungen in Cement mit Eisen

und

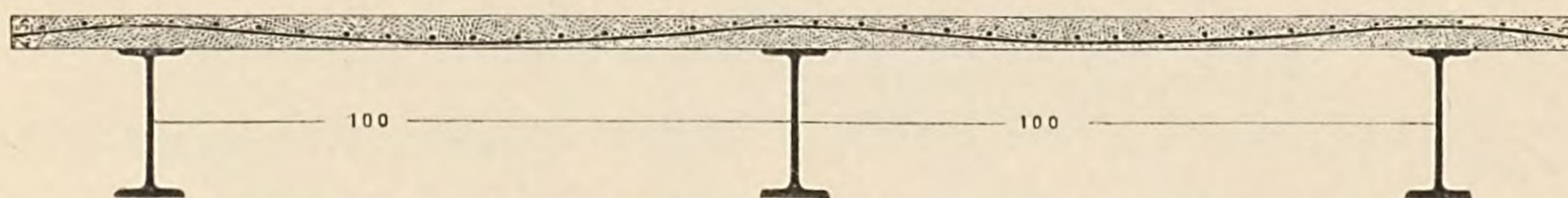
Konstruktionsvorschläge für die gemeinsame Anwendung beider Materialien.

I. Anwendung der Monier'schen Konstruktionsweise im Hochbau.

A. Gerade Decken.

Mit Rücksicht auf die Verminderung der Konstruktionshöhe, Ersparung der Widerlager, Schnelligkeit der Herstellung und die durch alles dieses bedingte Billigkeit der Bauausführung wird in einfachen Wohnhäusern und Fabrikgebäuden allgemein den geraden Decken vor anderen der Vorzug gegeben. Unter diesen ist wiederum der freitragende Monierfussboden auf eisernen Trägern, zugleich eine durchgehende flache Decke bildend, wohl ohne Widerspruch als unübertroffen an Einfachheit, Leichtigkeit und Dauerhaftigkeit anzusehen. Vergleiche Abb. 1.

Abb. 1. Freitragender Fussboden, an Ort und Stelle angefertigt.



Spannweite 0,80—3,00 m — Tragfähigkeit 400—5000 kg/qm
je nach Eiseneinlage und Plattendicke.

Ueber Plattenstärken und Gewichte siehe die Tabelle auf Seite 68—71; über die Art der Eiseneinlage für besondere Zwecke das Protokoll auf Seite 51 und 55.

In allen Fällen, wo es mehr auf grosse Tragfähigkeit, Feuer-sicherheit und Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit ankommt, als

auf möglichst vollkommene Undurchtönbarkeit, wird diese Art der Deckenkonstruktion als besonders zweckmässig zu wählen sein.

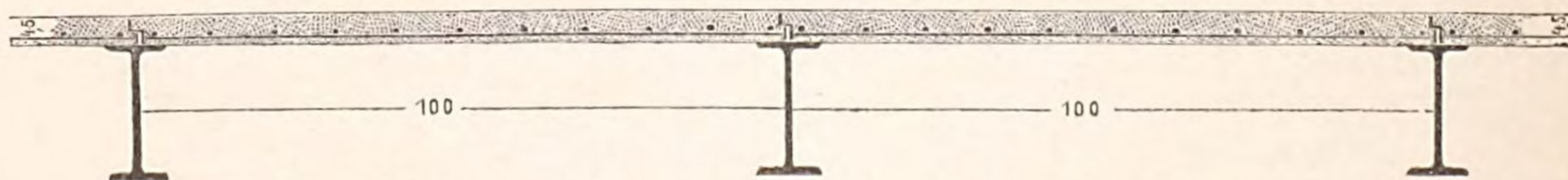
Ueber dieselbe äussert sich Herr Bauinspektor Haesecke im Centralblatt der Bauverwaltung vom 10. April 1886, nachdem er dort verschiedene Deckenbildungen aus Ziegeln, Beton und Eisenwellblech auf **I** Eisen beschrieben, folgendermassen:

„Weit vorzuziehen ist jedoch eine neue Art, einzelne Bauteile — aus Cement herzustellen (Patent Monier), wie sie hier kürzlich durch den Ingenieur G. M. Wapß aus Frankfurt a. M. eingeführt und einer größeren Zahl von Sachverständigen in ihrem Verhalten bei Druck und Belastung vorgezeigt wurde. Die Ergebnisse der Probeversuche haben bei allen Theilnehmern große Beachtung gefunden und berechtigen zu der Erwartung, daß diese Art der Anwendung des Cements eine bedeutende Zukunft in einzelnen Zweigen des Bauwesens haben werde.“

„Es geht — (aus den Belastungsversuchen der Cementplatten mit Eiseneinlage) hervor, daß Druck und Zugfestigkeit der beiden Materialien glücklich vereinigt sind in einem Körper von Festigkeit und Biegsamkeit, der bei der geringen Stärke von 5 cm Leichtigkeit und doch die genügende Tragfähigkeit besitzt, um als Ausfüllung zwischen den Trägern und zugleich als Fußboden zu dienen.

Ein weiterer, ganz bedeutender Vorzug dieser beliebig lang zu fertigenden Platten, welche über die Träger gelegt und mit denselben fest verbunden werden können, ist es, daß sie sich in der Fabrik fertigen und auf dem Bau trocken einlegen lassen. — Die Platten können unmittelbar den Fußboden bilden oder noch mit Linoleum belegt werden; sie werden dazu mit Salz versehen und beim Verlegen mit Cement gedichtet. (Vergl. Abb. 2.) Soll aber die ganze Fußbodenfläche fugenlos sein, so wird ein besonderer Cementstrich oder Terrazzo aufgebracht, oder die Anfertigung der Platte erfolgt im Ganzen an Ort und Stelle, indem die ganze Fläche mit dem Draht- bzw. Eisenstab-Geflecht überzogen und der Cementmörtel in feuchtem Zustand eingedrückt wird, wozu allerdings eine Unterschalung erforderlich ist.“ (Vergl. Abb. 1.)

Abb. 2. Freitragender Fussboden, in Platten verlegt.

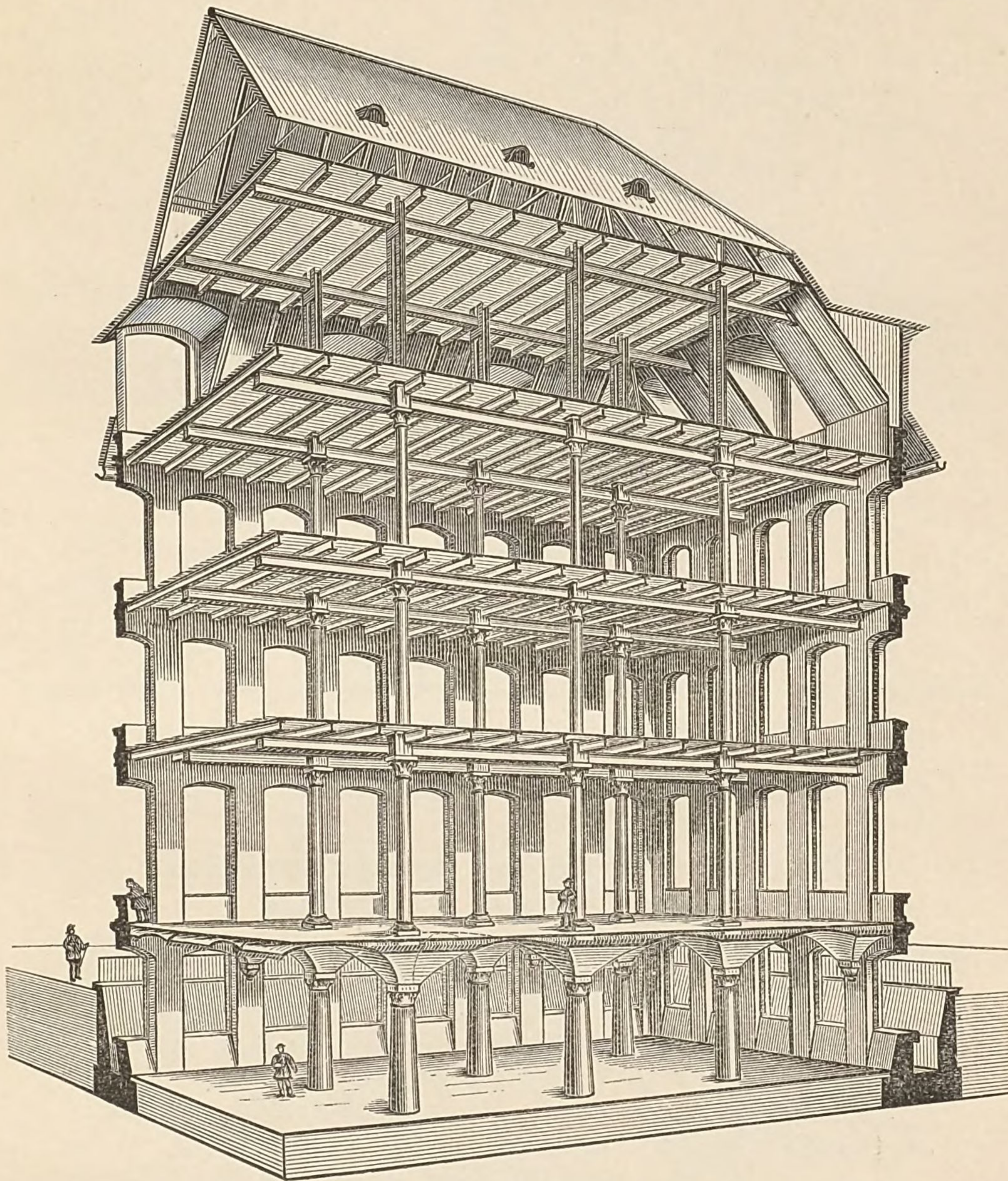


Spannweite und Belastung beschränkt durch die Rücksicht auf Transportirbarkeit der Platten.

Spannweite 0,70—1,50 m. Tragfähigkeit 400—1500 kg/qm.

Grösste Tragfähigkeit bei der maximalen Spannweite von 1,50 m 800 kg/qm. Plattenbreite dabei 0,50 m, Gewicht der einzelnen Platte 75 kg. Plattendicke je nach Spannweite und Belastung 3—4,5 cm.

Dazu sei bemerkt, dass die zweckmässigsten Plattenstärken für freitragende Fussböden aus einem Stück in den Grenzen von 4—7 cm liegen. Darüber hinaus ist es ökonomischer, bei grossen Belastungen die Spannweiten zu vermindern, also die Menge des Trägermaterials zu nehmen zu lassen, oder zur Anwendung von Moniergewölben überzugehen.



Lagerhaus mit Monier-Zwischendecken und Dach.

(In ähnlicher Weise ist das hier nicht zu veröffentlichende Marine-Bekleidungs-Magazin in Wilhelmshaven ausgeführt worden, mit Verwendung freitragender Monier-Fussböden.)

An derselben vorhin angezogenen Stelle heisst es weiter:

„Falls die Träger nicht sichtbar sein, sondern glatte Deckenflächen gebildet werden sollen, werden ähnlich hergestellte, etwa 1,0 m breite Platten, welche, da sie nur sich selbst zu tragen haben, nur 1,0—1,5 cm stark zu sein brauchen, trocken zwischen die Träger auf die Unterflanschen eingelegt. (Abb. 3.) Die Platten sind an den Enden so gefalzt, daß ihre Unterfläche die Trägerflansche überragt, und einzelne Drahtenden oder besonders eingelegte Drähte (Drahtgewebestreifen, angeheftet an das tragende Drahtgerippe) läßt man unmittelbar an den Flanschen 12—15 cm nach unten heraustreten. Nachdem die Platten verlegt sind, werden diese Drahtenden unterhalb der Flanschen gegenseitig vereinigt — und die ganze Fläche einschließlich der Platten wird nunmehr mit einem dünnen Gipskalkputz überzogen.“

„Ein weiterer, ganz besonderer Vorzug dieser letzteren Anordnung ist der von Deckenfläche und Fußboden eingeschlossene Hohlraum, welcher es ermöglicht, der erstrebten Erwärmung des Fußbodens, und damit des betreffenden Raumes selbst näher zu treten. (Vergl. Haesecke, Rationelle Heizung und Lüftung. Berlin 1886, Verlag von Ernst & Korn.)

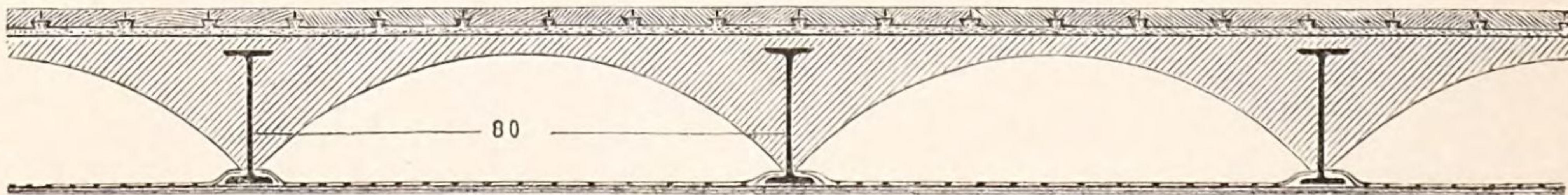
Abb. 3. Freitragender Fussboden und grade Decke.



Eingelegte 2 cm dicke Platten mit Flanschumhüllung nach Angabe des Herrn Bau-Inspektor **Haesecke** angefertigt.

Im Hohlraum Anordnung einer Fussbodenheizung nach **Haesecke**.

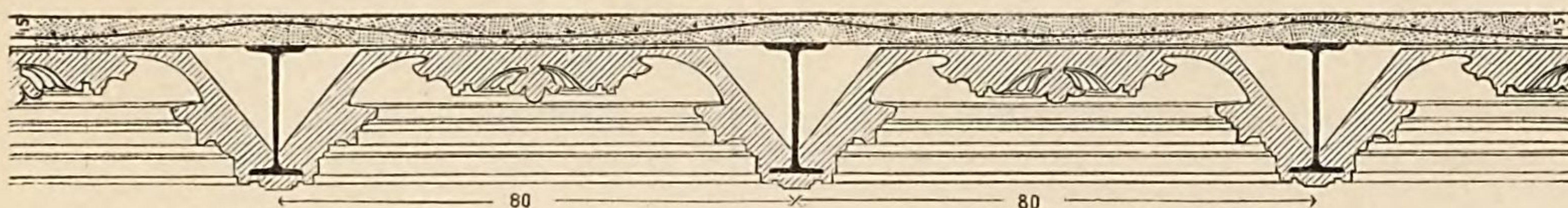
Abb. 4. Luftdichter Holzboden, feuersichere grade Decke, Holzparkett in Asphalt auf Cementbeton.



Ein weiterer Auszug aus der genannten Beschreibung von Deckenkonstruktionen im Centralblatt der Bauverwaltung lautet:

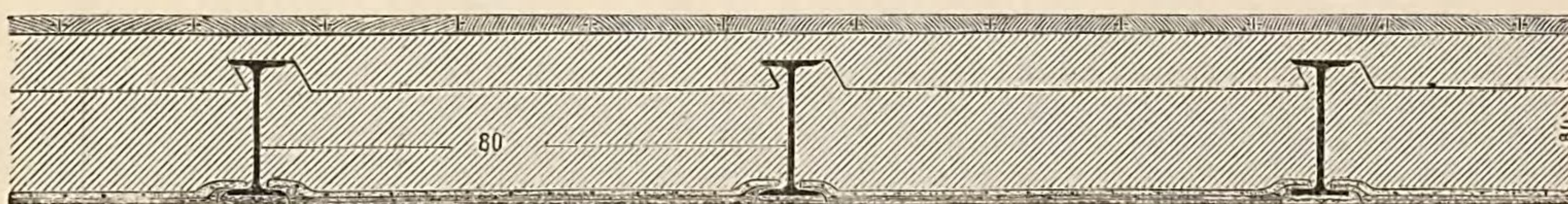
„Sollen indeß kräftig gegliederte oder vertiefte Deckenfelder angeordnet werden (Abb. 5), mit Vermeidung von Holz, so wird man besser thun, die einzelnen Deckentheile in Steinpappe oder Staff (Stuck unter Einlage von Leinwand), bei großen Abmessungen durch eingelegte Drähte verstärkt, in der Fabrik herstellen und an Ort und Stelle trocken einlegen zu lassen.“

Abb. 5. Freitragender Fussboden und Cassettendecke.



Wo die Schalldichtigkeit einer Decke hauptsächlich in Frage kommt und Holzboden angewendet werden soll, können die Einschubplatten verstärkt und tragfähig gemacht werden, um eine schallbrechende Ueberschüttung aufzunehmen, die ihrerseits den Holzboden trägt, wie es Abb. 6 zeigt.

Abb. 6. Holzboden, unterfüllt, und feuersichere grade Decke.



Eingelegte 2,5 cm dicke Platten tragen bei 0,80 m Spannweite 900 kg/qm Gesamtlast oder etwa 600 kg/qm Nutzlast. Bei 500 kg/qm Gesamtbelastung ist es zulässig, ihre Freilänge auf 1,20 m zu erweitern. Unter Berücksichtigung der Transportfähigkeit kann ihre Stärke wie bei den Fussbodenplatten bis zu 4,5 cm und ihre **Freilänge** bis zu **1,50 m** gesteigert werden. Dem entsprechend ist die **zulässige Belastung** in den Grenzen von **400–1500 kg** anzunehmen.

Es liegt indes kein Hinderungsgrund vor, die tragende Decke auch an Ort und Stelle im ganzen einzuflechten und zwischen den Unterflanschen mit Umhüllung derselben auf provisorischer Schalung einzustampfen, um der Decke mehr Dicke, also auch grössere Tragfähigkeit oder mehr Spannweite geben zu können.

Wird schliesslich ein Holzfussboden ohne Unterfüllung gewünscht, dessen Lagerhölzer direkt auf der Monier-Decke aufliegen, so erhält die Decke, bzw. erhalten die Deckenplatten kastenartige Form, wie es weiter hinten dargestellt ist in der Abbildung des Reiterganges im Cirkus zu Leipzig als Decke der Nebenräume.

Es sei hier noch bemerkt, dass es sich zum Schutz der eisernen Träger gegen Feuer und zur Ersparung der lästigen aber notwendigen Erneuerungen des Oelanstriches oder anderer Rostschutzmittel stets empfehlen wird, gleichzeitig mit der Ausführung der Monierdecken oder Fussboden eine Umhüllung der Träger mit Drahtgeflecht und Cementbeton vornehmen zu lassen, der sich mit dem Eisen gleichmässig ausdehnt, wie auf Seite 8 nachgewiesen wurde. Die Art der Umhüllung zeigt am besten die unter dem Kapitel der Monierdächer beschriebene Fig. 2. Darnach stellt sich der umhüllte **I** Träger als Vollbalken dar, welcher seiner massigen Erscheinung nach mit der Stärke der Umfassungsmauern weit weniger kontrastirt als das dünne sehnige Profil eines nackten Walzeisenträgers. In warmen feuchten Räumen (Wasch- und Kochküchen, Siedereien u. dergl. m.), wo sich an Eisenbalken und Wellblechdecken das verdampfte Wasser

niederschlägt und dann durch Abtropfen auf das Unangenehmste fühlbar macht, wird eine Bekleidung des Eisens zur Nothwendigkeit.

Um für besondere Fälle eiserne Träger entbehrlich zu machen, lässt sich eine äusserst tragfähige Decke auch in Wellenform als Monierkonstruktion an Ort und Stelle anfertigen, wie dies Abb. 7 darstellt.

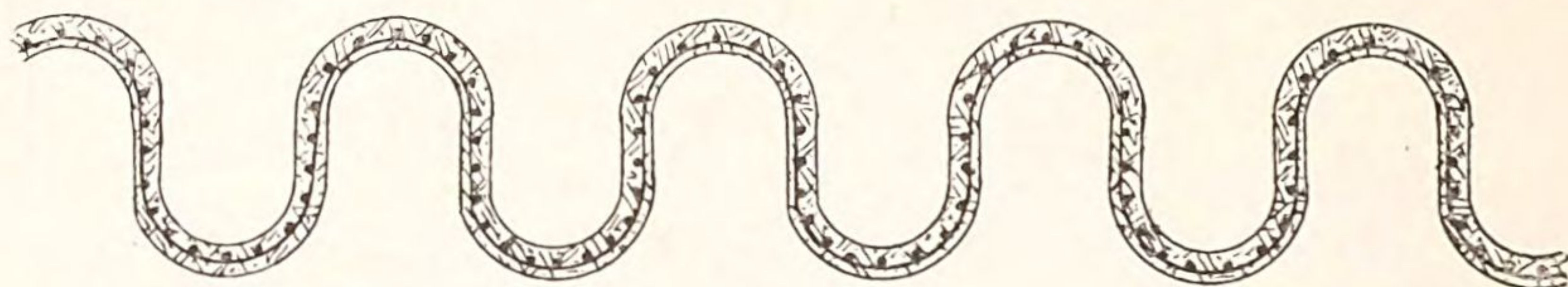
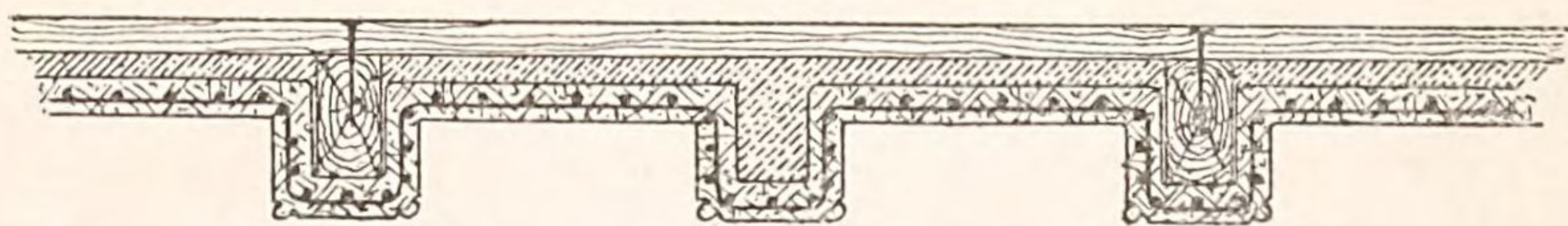


Abb. 7.

Es ist bei diesem Vorschlag hauptsächlich an die Bildung von Dächern gedacht, die im Sommer einen kühlen und im Winter einen warmen Dachraum schaffen sollen, der also unter Tropfwasser nicht zu leiden hat. Dem entsprechend ist die Anwendbarkeit dieser Form an anderer Stelle zu erörtern, hier wird es genügen, sie auch für Zwischendecken vorzuschlagen, bei denen es auf das Aussehen der Unterfläche nicht ankommt, sondern auf die Stärke der Decke, namentlich als Wärmeschutzmittel, ohne dabei über feuchter Luft Mängel zu zeigen oder andererseits verbrennlich zu sein. Das schliesst nicht aus, dass man die Wellenberge auch noch von unten mit Korksteinen ausfüllen kann, die ihren Halt auf den Drähten finden, welche unterwärts zur Verbindung der Wellen und zum Aufbringen einer Deckenputzschicht angeordnet werden können.

Für **Wohnhausdecken ohne eiserne Träger** wird die in Fig. 8 abgebildete Konstruktion in Vorschlag gebracht, bei welcher sich zur Bildung des hölzernen Fussbodens die Lagerhölzer in die kastenförmigen Verstärkungsrippen legen, welche unten das Aussehen profilirter Balken haben.

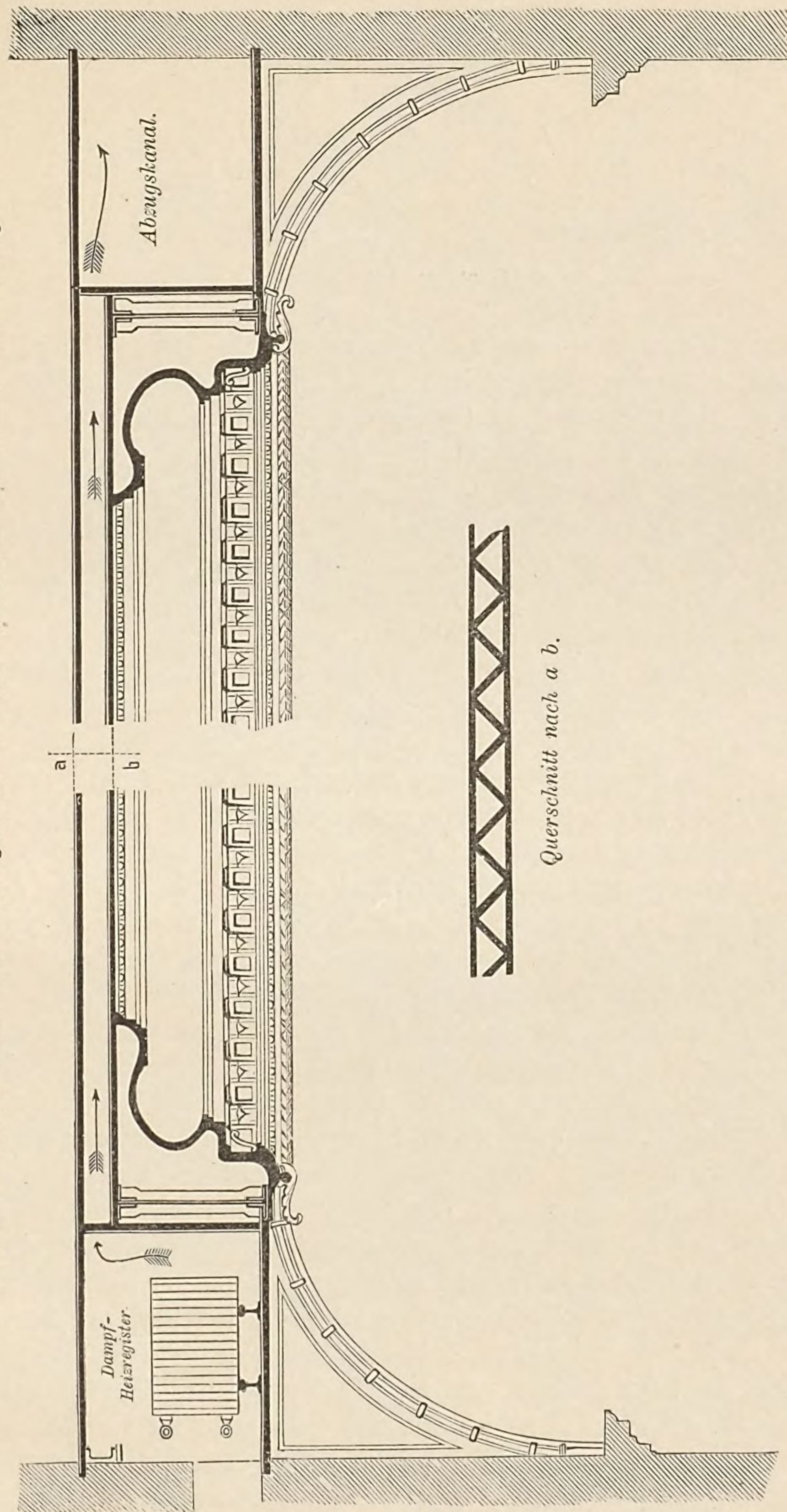
Abb. 8. **Holzboden auf Lagerhölzern in einer Monierdecke ohne I-Träger-Unterstützung.**



In öffentlichen Gebäuden und privaten Prachtbauten, in denen grosse Weiten mit reichgegliederten Decken zu überspannen sind, dürfte eine Konstruktion derselben anzuwenden sein, wie sie Abb. 9 auf Seite 79 zeigt.

Zur Bildung des weitgespannten ebenen Deckenfeldes ist ein durchgehendes vergittertes Drahtgerippe nach dem System der Neville'schen Träger gebildet, das an Ort und Stelle auf Unterschalung und eingeschobenen dreikantigen Holzschablonen mit Cementmörtel ausgestampft werden soll.

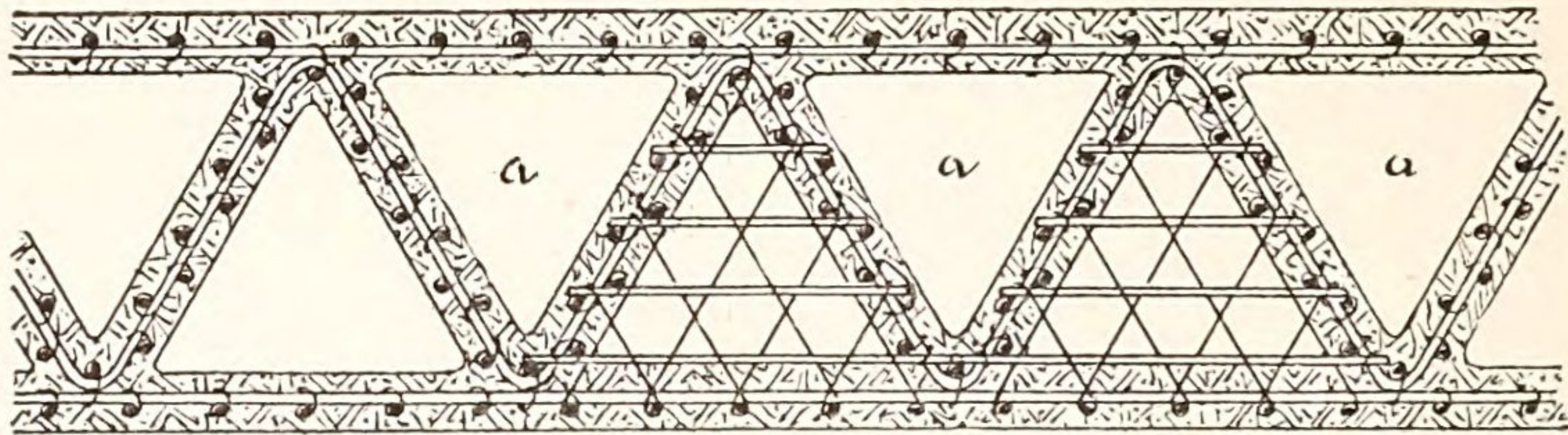
Abb. 9. Vouten-Decke mit freitragendem hohlem Fussboden und Fussboden-Heizung.



Ueber den Heizregistern einzelne aufzunehmende Fussboden-Platten. — Die unteren Dreikante im Fussboden sind an beiden Enden des Systems geschlossen, nur die oberen Züge werden von der heissen Luft durchströmt.

Detail der Fussboden-Konstruktion siehe Seite 80.

Abb. 10. *Detail der Fussboden-Konstruktion für grosse Spannweiten und heizbare Fussböden.*



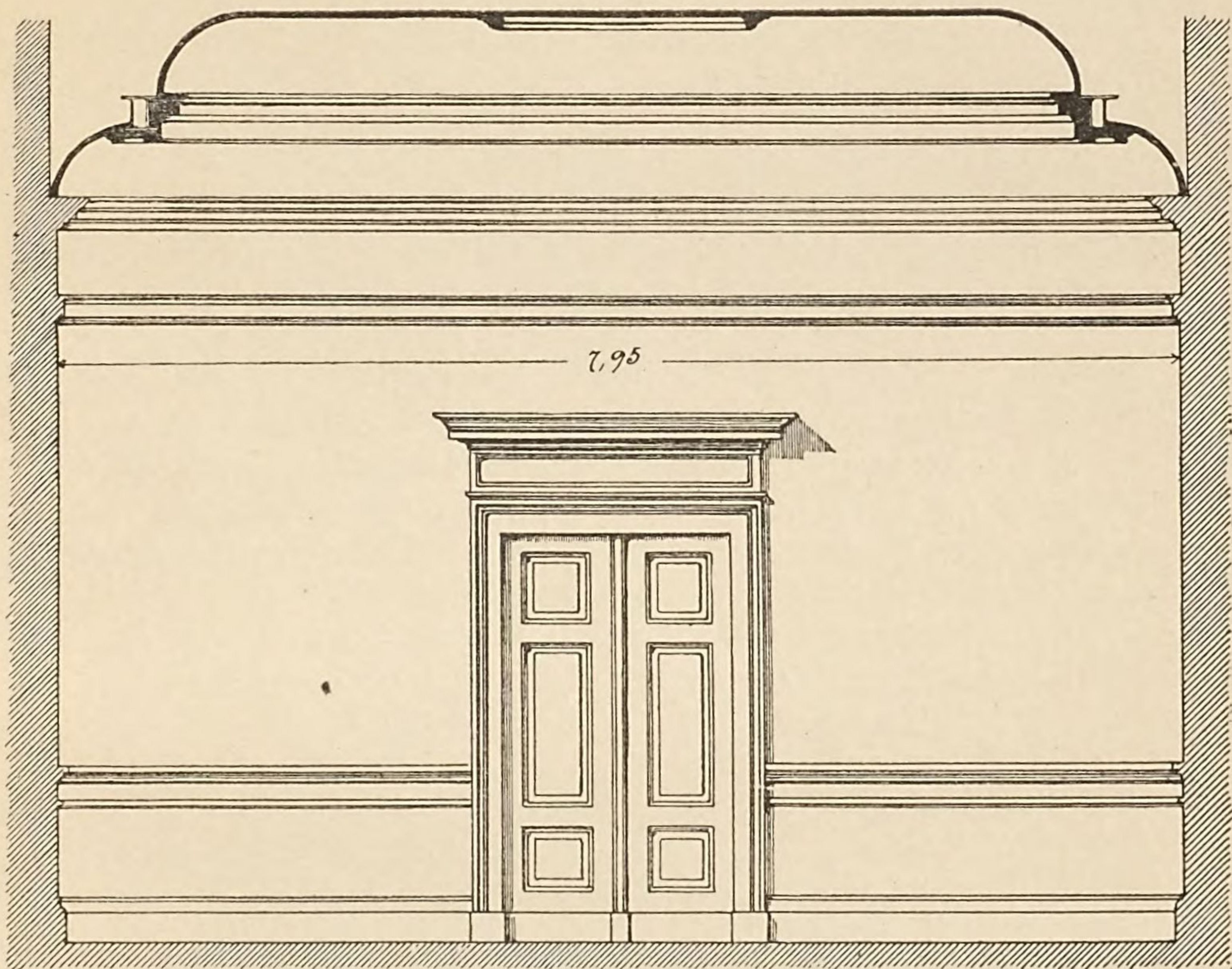
a a a Kanäle für heisse Luft.

Die unteren Dreikante des Systems können — wie die vorstehende Abbildung das andeutet — in der Mitte des Deckenfeldes noch einmal durch einen Cementsteg mit eingebettetem Geflecht ausgesteift werden. Diese Form ist als eine Variante der wellenförmigen Monierdecke anzusehen, bei welcher das ganze System dadurch steifer und also belastungsfähiger wird, dass die nothwendige Fussbodenabgleichung als Obergurt, die wünschenswerthe Verkleidung der Rippenuntersicht in der Form einer ebenen Decke als Untergurt verspannend und tragend, aber nicht bloss belastend mitwirken. Ausserdem eignen sich die oberen Dreikante dieser Deckenbildung ganz besonders zu Wärmkanälen für die Fussbodenheizung, da sie eine volle Seite nach oben richten, während sie nur eine Kante der Decke zukehren, an die möglichst wenig Wärme abzugeben Bedingung ist. Durch diesen Vorzug und durch die Verringerung des Materialverbrauchs und des Eigengewichts im Vergleich zu gefüllten Decken wird die Umständlichkeit der Herstellung reichlich ausgeglichen. Wie die Heizung sonst noch einzurichten, zeigt die Abb. 9. Die durch Wandkanäle zugeführte filtrirte Luft soll in einem Längskanal im Voutenzwischenraum an Dampfheizregistern bis auf etwa 70° C. erwärmt und von einem Abzugskanal an der entgegengesetzten Seite aus durch die Fussbodenzüge „angesogen“ werden, wobei dieser Ausdruck der Kürze wegen hier gewählt ist, obwohl eigentlich bei der Luftbewegung von „Saugen“ nicht die Rede sein kann, so lange der Wärmeunterschied allein zur Erzeugung der Bewegung dient. Auf solche Weise wird der Fussboden ungefähr eine Temperatur von 20° erhalten, wie die Anlage einer Fussbodenheizung in dem städtischen Krankenhause zu Hamburg, ausgeführt von Herrn Bauinspektor Behuneck, unter Anwendung eines Monierfussbodens das ergeben hat. Die noch warm abströmende Luft, die bei der Dichtigkeit des Fussbodens und der Sauberkeit der Kanäle durch Staub nicht verunreinigt ist, kann alsdann noch zur Erwärmung der Ventilationsluft benutzt werden, die etwa durch eine Mischkammer von Aussen eingelassen wird und nun mit Zimmertemperatur in den zu lüftenden Raum tritt.

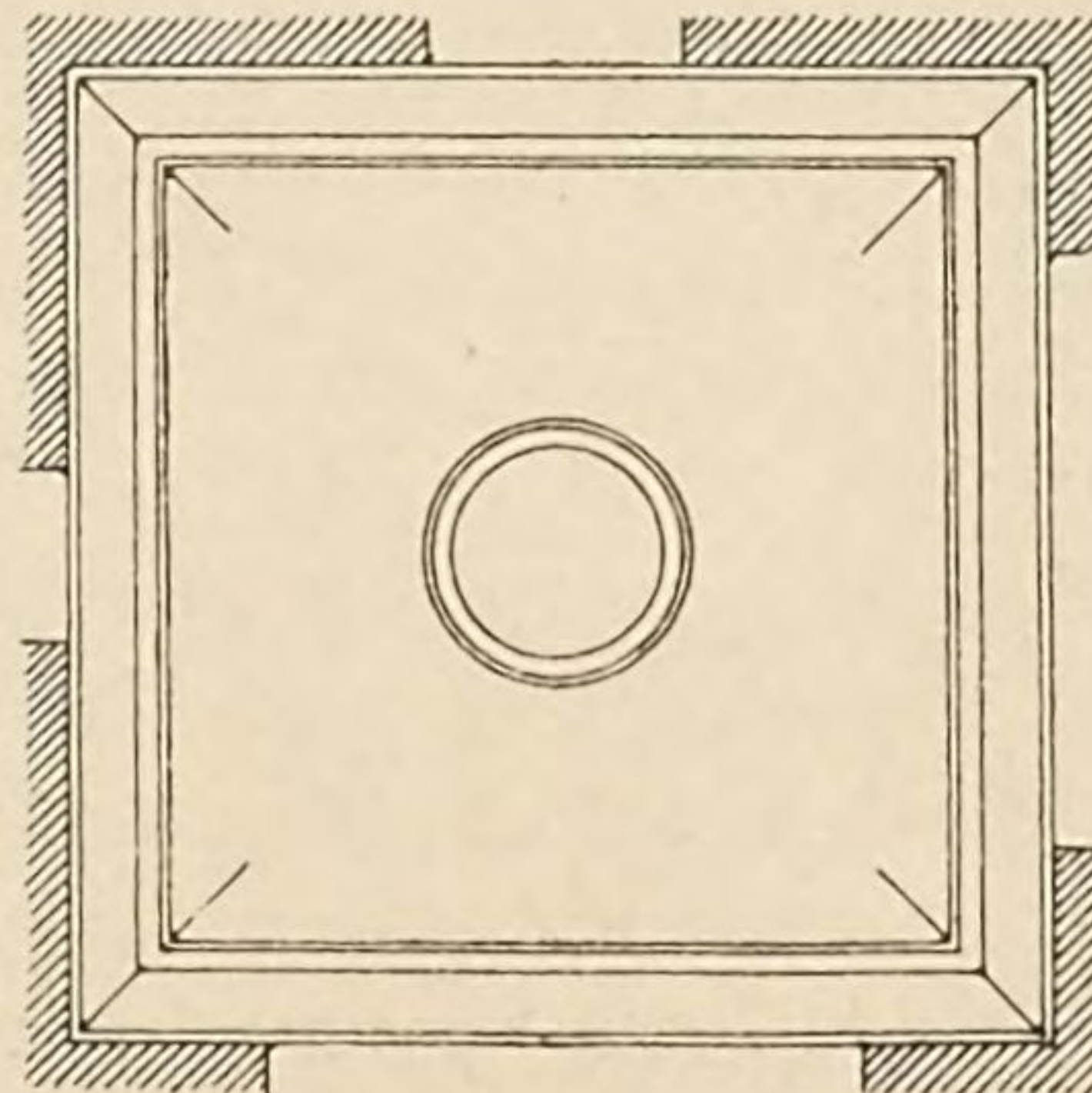
Abb. 9 zeigt ferner die Ausführung einer reichprofilirten Decke, bei welcher die tragenden Drahtrippen nach der Hauptlinie der Profilirung gebogen werden können unbeschadet der Festigkeit der Konstruktion.

Reiche Cassetten, zumal in runder Grundform, können mit Hilfe von Eisen, und Cement zugleich als tragender Deckentheil hergestellt werden. Wir kämen damit indess auf das Kapitel der Moniergewölbe. Ehe wir zur Besprechung derselben übergehen, sei noch in Abb. 11 das Beispiel einer gegliederten Decke gegeben, wie sie in dem Kaiserpavillon der Rennbahn zu Hoppegarten in Cement mit Eiseneinlage ausgeführt worden ist.

Abb. 11. Kaiserpavillon der Rennbahn zu Hoppegarten.



*Vouten-Decke
nach
System Monier.*



*Freie Weite
des Deckenspiegels
6,50 m.*

B. Gewölbte Decken.

1. Belastete Gewölbe in einfacher Konstruktionsform.

Ueber die tragfähigen Kappengewölbe enthalten die auf Seite 37—64 gebrachten Belastungs-Protokolle bereits ausführliche Angaben. Es genügt deshalb, hier noch ausserdem auf die Theorie der Monier-Gewölbe (vergl. S. 28—33) und die Tabelle der Gewölbestärken (vergl. S. 72) hinzuweisen. Dazu ist dann zu bemerken, dass zur Ermittlung des Eigengewichtes der Gewölbe die Tabelle der Plattenstärken und Gewichte (S. 68—71) gleichfalls verwendbar ist.

Die Bogenlänge in Metern multipliziert mit dem Gewicht kg/qm einer Monierplatte von der gleichen Stärke, wie sie die Tabelle II für das zu berechnende Gewölbe angiebt, liefert das Eigengewicht der Kappe für die gewählte Spannweite und die Tiefe von 1 m.

Wenn die Spannweite = $2s$ und die Bogenhöhe = h durch Zeichnung gegeben sind, aus der die Bogenlänge graphisch genau nicht ermittelt werden kann, ist die Bogenlänge nach der Formel

$$b = 2 \sqrt{s^2 + h^2} + \frac{h^2}{3s}$$

für die Praxis genau genug zu berechnen.

Bei Bestimmung der Gewölbeträgerprofile kommt als Konstruktionslast hinzu die Hinterfüllung der Kappe, die bei gleichzeitiger Verwendung eines Monierfussbodens nach der auf S. 43 dargestellten Art eine Hinterfüllung mit Cement-Beton unnöthig macht.

Das Eigengewicht des Füllmaterials beträgt:

für Ziegelsteinbrocken in Kalkmörtel	1600	kg/cbm
„ Bimsstein	1000	„ „
„ groben Schotter	1600	„ „
„ Sand	1700	„ „
„ Lehm	1500	„ „
„ Pappziegel in Kalkmörtel . . .	600	„ „
„ Korkstein „	400	„ „

Bezüglich der Tabelle II für die Gewölbestärken (S. 72) sei noch erwähnt, dass Stärken unter 30 mm in der Praxis — wenigstens an Ort und Stelle — unausführbar sind. Deshalb wird die theoretische Dicke je nach Erforderniss durch die Mörtelzusammensetzung so modifiziert, dass die geringste Kappenstärke durchweg auf 30 mm anzunehmen ist. Das Eigengewicht der abgewickelten Fläche ist dabei **69 kg/qm**, während eine $\frac{1}{2}$ Stein starke **Kappe aus porösen Ziegeln 124 kg/qm**, **eine solche aus Vollziegeln 208 kg/qm** Wölbfläche wiegt, und die Tragfähigkeit einer Monierkappe von 30 mm Stärke bei einer Mörtelzusammensetzung von 1 Theil Cement und 1 Theil Sand mit der nöthigen Eiseneinlage **7500 kg/qm** bei 2,0 m Spannweite, oder 500 kg/qm bei 7,5 m Spannweite beträgt, wenn die Belastung eine gleichmässige ist. Die Pfeilhöhe ist dabei zu $\frac{1}{10}$ der Spannweite angenommen.

Die Theorie der Kuppelgewölbe (vergl. S. 31 u. 32) und die Art der Herstellung von Monierkuppeln lässt leicht erkennen, dass auch bei belasteten Gewölben Schubwirkungen durch die Wahl der Kuppelform vermieden werden können. Deshalb wird sich diese Form ganz besonders da empfehlen, wo polygonale Räume oder fortlaufende Flure in passender regelmässiger Axentheilung überwölbt werden sollen.

2. Unbelastete Gewölbe als dekorative Raumabschlüsse.

Schon die auf Seite 79 u. 81 gebrachten Abbildungen von Voutendecken bzw. Spiegelgewölben haben die Herstellung dekorativer Decken unter Anwendung von Cement und Eisen zum Gegenstand gehabt.

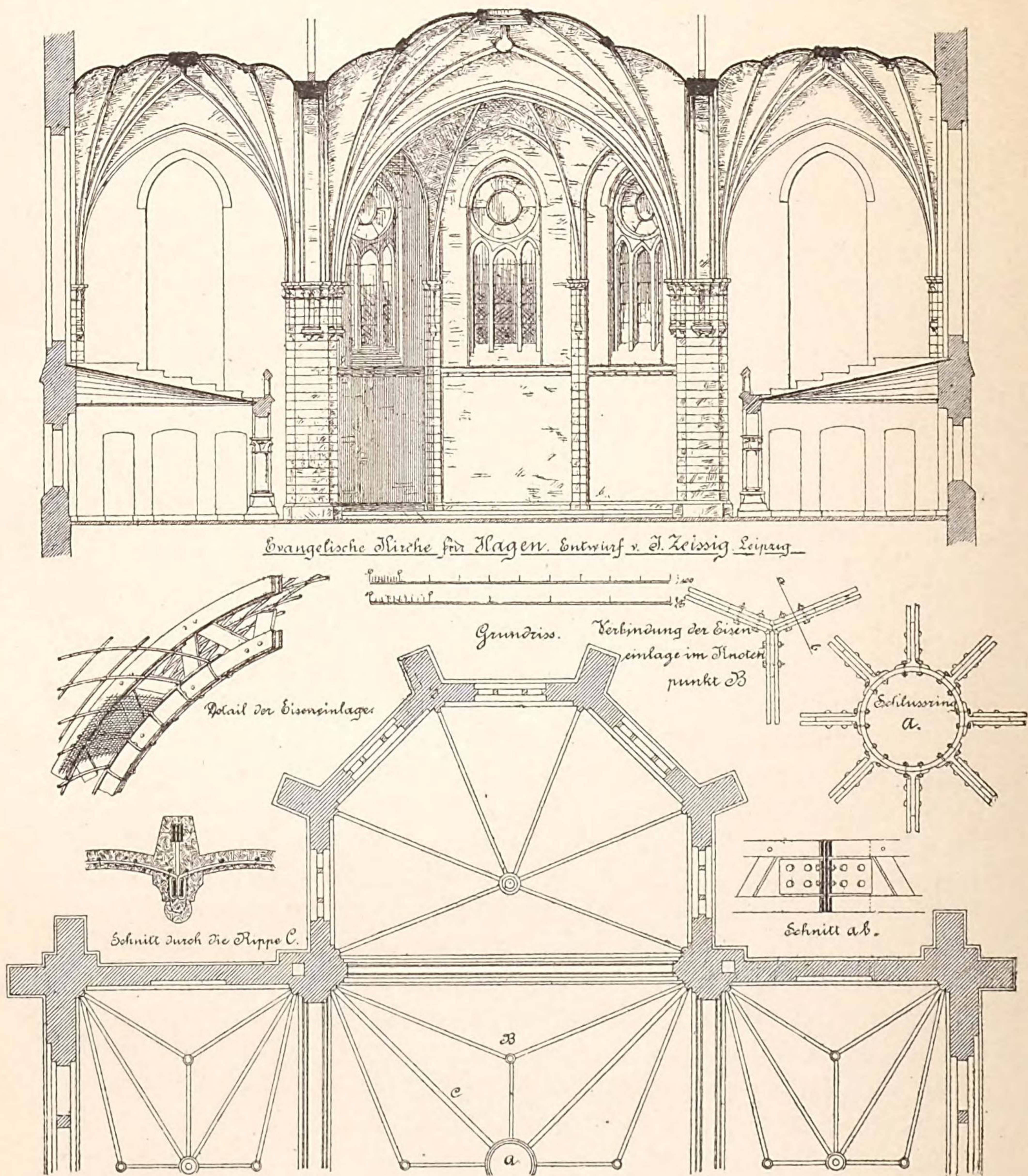
Ein weiteres Beispiel der unübertroffenen Brauchbarkeit dieser vereinigten Materialien für die Ausführung weit zu spannender, leichter, ohne Belastung nicht schiebender, feuerfester und wasserdichter Gewölbe in so reich gegliederter Gestalt, wie sie sich der Architekt nur immer erdenken mag, giebt in der noch einfachen Form eines Sternengewölbes die Abb. 12. Die Gesamtanordnung rührt her aus dem Entwurfe des Architekten J. Zeissig für eine Evangelische Kirche zu Hagen, bei welcher von demselben die Herstellung der Gewölbe in Cement und Eisen in Aussicht genommen ist, während zur Zeit in Lindenthal bei Köln ein Kirchengewölbe nach System Monier bereits ausgeführt wird.

Zur Erläuterung der Details in Abb. 12 sei bemerkt, dass die Grate des Sternengewölbes in der erforderlichen Bogenlinie als leichte Gitterträger in Bandeisen derart gebildet werden, dass die Befestigung des Drahtgerippes für die Kappentheile mit Leichtigkeit daran erfolgen kann, nachdem die Hauptgrate „C“ mit dem Schlussring „A“ und alsdann die Nebenrippen um den Knotenpunkt „C“ montirt worden. Nach Einbringung des Drahtgerippes, das steif genug ist, um ihm die gewünschte Busenform der Kappenflächen schon unten bei der Herstellung geben zu können, wird die Unterschalung entweder durch biegbare Pappe oder durch Zinkblech zugerichtet und mit Bindendraht provisorisch an das Eisengerippe geheftet, oder es wird eine Gipsform für das schwierig zu unterschalende Gewölbe in der Weise hergestellt, dass ein äusserst engmaschiges Drahtgewebe an das Gerippe der tragenden Drähte in der erforderlichen Wölbform angeheftet und mit rasch erhärtendem Gips ausgestrichen wird. Auf diese Gipsform, die gleich als Ersatz des ersten Gipsverputzes stehen bleibt, wird dann von oben der Cementmörtel zur Ausfüllung und Umhüllung des Eisengerippes ausgestrichen. Es entsteht damit ein Gewölbe, das nicht nur auf einige Zeit ein Feuer abzuhalten vermag, welches im Kirchenraum selber etwa ausbrechen sollte, sondern das auch fest genug ist, um bei Dachbränden — die hier weit eher zu befürchten sind als Brände unterhalb der Gewölbedecke — das Aufschlagen des brennenden Dachgespärres sicher auszuhalten und so das Eindringen des Feuers in das eigentliche Gotteshaus zu verhüten. Auch lässt der Cement als eines der besten wasserdichten Materialien

das Löschwasser nicht durchdringen, das sonst oftmals die Gegenstände verdirbt, welche das Feuer verschont hat. — In Erinnerung an den Brand, der vor Kurzem das Dach des Continental-Hotels zu Berlin

Abb. 12.

Decorative Gewölbe nach System Monier.

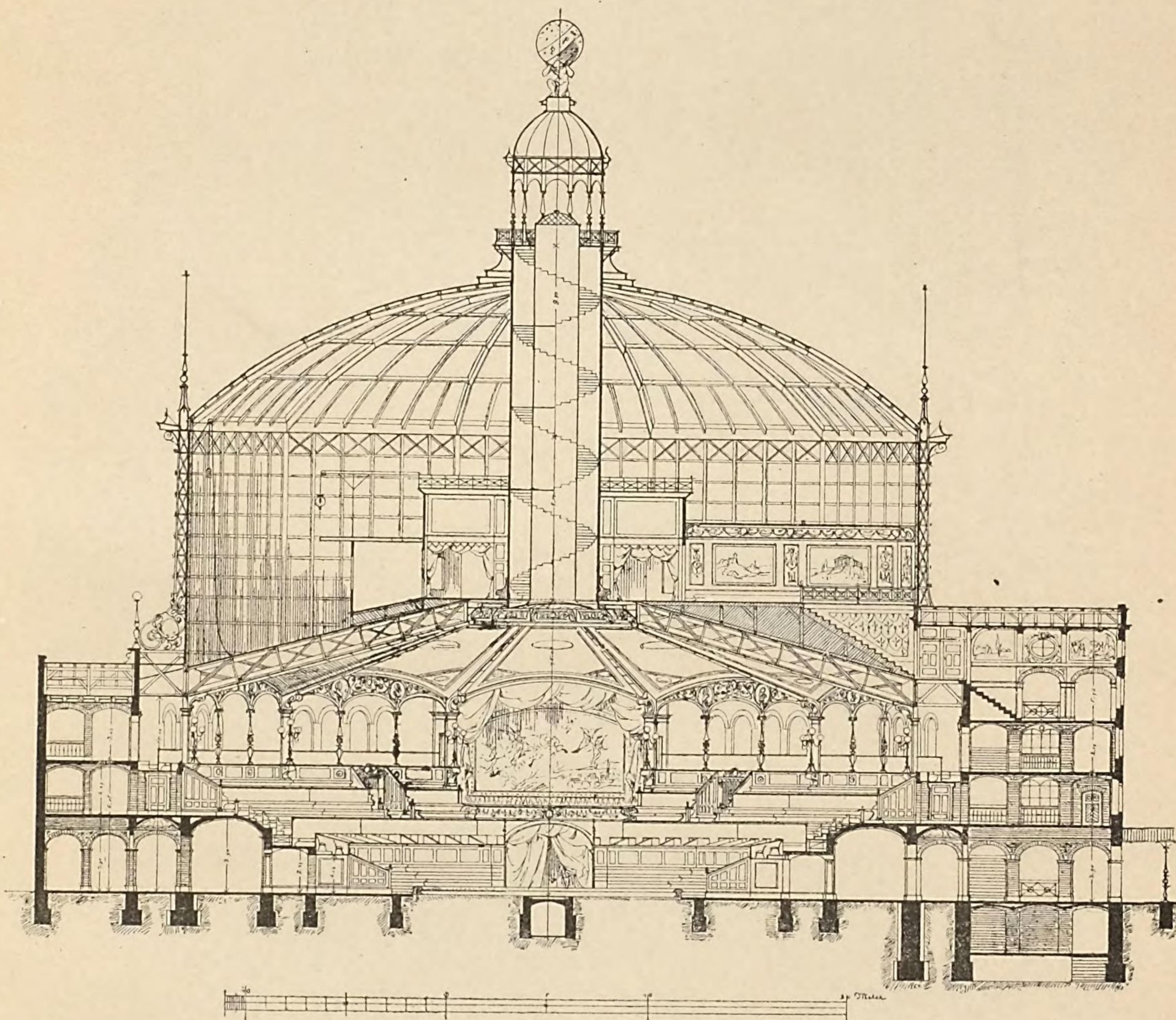


zerstörte und bis zum 4. Geschoss durchdringend auch die Ursache wurde, dass die 3. Etage von Löschwasser überfluthet ward und stark litt, weil kein wasserdichter und zugleich feuerfester Estrich sie schützte,

sei hier noch eingeschaltet, was für die Monier-Decken und -Fussböden im Allgemeinen gilt, dass sie nämlich ebenso wasserdicht wie Asphalt, doch auch zugleich unverbrennlich sind. — Also auch da, wo den Decken nur die Funktion des Raumabschlusses zugewiesen ist und sie die eigentlich tragende Konstruktion nicht sein sollen, thut man gut, sie aus Eisengerippen in Cement herzustellen. Als Beispiel kann hier der Praxis die Ausführung des Cirkus- und Diorama-Baues für den Krystallpalast zu Leipzig entnommen werden. Diesen Neubau nach dem Entwurf des Architekten Arwed Rossbach zeigt Abb. 13 im Gesamtdurchschnitt.

Abb. 13.

Circus mit Diorama für den Krystallpalast zu Leipzig.



Für das Diorama, dessen Bilder von Zeit zu Zeit durch andere ersetzt werden müssen, damit es immer wieder den Reiz des Neuen biete, ist die Anwendung eines Holzfussbodens mit hölzernem Unterbau geradezu Erforderniss. Jedes Rundbild, dessen Malerei täuschend in einen plastischen

Vordergrund überzuführen ist, verlangt eben seinen eigenen Vorboden, der in Holz am leichtesten den verschiedenen Bildern sich anpassen lässt. Da also der Fussboden hier nichts Bleibendes im Bau ist und die hölzernen

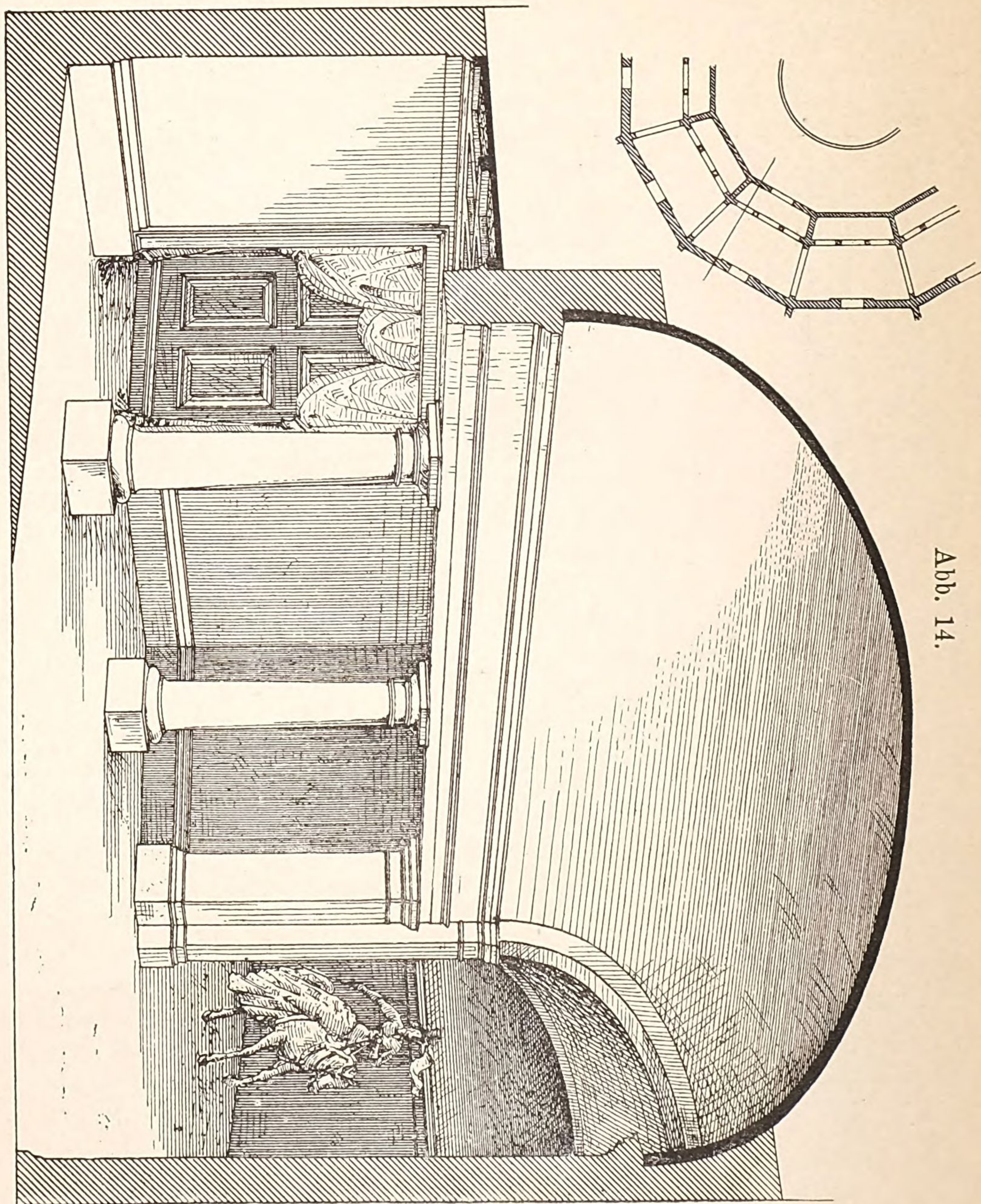


Abb. 14.

Stützen noch nahe genug bei einander stehen können, wenn die Schwellen allein von den eisernen Trägern der Decke unterstützt sind, so kam es nur darauf an, eine Decke zu bilden, welche die Uebertragung des

Feuers aus einem Bau in den anderen verhindere. Dementsprechend hat der Cirkus eine nur raumabschliessende unbelastete Decke erhalten. Sie setzt sich zeltdachartig über zwölfckiger Grundfläche aus 3,5 bis 4 cm starken Monierkappen zusammen, die am unteren Schildbogen eine Spannweite von 10 m haben und auf 14,6 m Länge in der Scheitellinie sich bis auf 3 m Spannweite am Schlussring verjüngen.

Die Stärke von 4 cm bei 10 m Spannweite genügt, um noch eine Last von 500 kg/qm aufnehmen, also bei einem Brandunfall etwaige brennende Theile des Dioramabodens mit Sicherheit auffangen und vom Cirkus fernhalten zu können.

Der Reitergang, von dem ein Theil des Grundrisses und ein perspektivischer Durchschnitt in Abb. 14 dargestellt ist, umzieht die Arena als polygonaler Ring von 3,60 m Spannweite, der im Korbogen von einem 4 cm starken Moniergewölbe mit 1,0 m Pfeilhöhe überspannt wird. Die Leichtigkeit des Gewölbes im Verhältniss zu den umgebenden Bautheilen geht aus der perspektivischen Darstellung hervor. — Die Gewölbestärke von 4 cm ist ausreichend, um eine Last von 4000 kg a. j. qm der überdeckten Fläche aufnehmen zu können. — Zur Erläuterung der Abb. 14 sei noch bemerkt, dass die Nebenräume des Reiterganges, zur Aufnahme von Geräthen und Garderoben bestimmt, mit Cassettendecken Monierscher Konstruktion versehen sind, auf die bei Abhandlung der geraden Decken Bezug genommen wurde.

C. Dächer.

Wegen der Gleichartigkeit grader Decken und flacher Dächer sei die Herstellung von Dächern nach System Monier der Beschreibung der Decken gleich angeschlossen.

Ein für Lagerhäuser zweckmässiges, die Wärme wenig durchlassendes Dach ist in dem Centralblatt der Bauverwaltung vom 18. April 1885 in der Beschreibung der „Feuersicheren Dachdeckung der Packhofsgebäude zu Berlin“ sehr eingehend behandelt. Danach wird die Holzcementbedachung des Niederlagegebäudes und der Revisionshalle von Thonfliesen zwischen eisernen I Trägern aufgenommen, die ihrerseits von walzeisernen Sparren bzw. Pfetten getragen werden.

Die Fliesen haben Abmessungen von 29,5 : 28 : 5 cm und wiegen i. qm 85 kg. Das Gewicht der tragenden Eisenlatten stellt sich f. d. qm auf etwa 19 kg, sodass das Eigengewicht dieser die Schalung ersetzenden Abdeckung f. d. qm 104 kg beträgt. Die Kosten für dieselbe belaufen sich auf 2,28 M/qm fertigen Fliesenbelag

und auf 4,04 „ Eisenlatten fertig verlegt
zusammen also auf 6,32 M/qm Unterdecke.

Die Belastung der Unterdecke setzt sich zusammen aus:

100 kg a. d. qm für Schnee- und Winddruck,

136 „ „ „ „ Eigengewicht der Holzcementdecke sammt Beschüttung,

104 „ „ „ „ Eigengewicht der Fliesendecke auf Eisenlatten,

d. i. 340 kg a. d. qm Gesamtbelastung.

Bei Anwendung einer Monier-Unterdecke würde sich die Gesamtbelastung um 104—74 oder 30 kg/qm ermässigen. Verzichtet man auf diese Verminderung der Dachlast zu Gunsten des Ansatzes für Schnee- und Winddruck, so ergibt sich bei der Sparrenweite von 1,67 m — wie sie bei dem Niederlagegebäude gewählt worden — eine Stärke von 33 mm für die Monierdecke. Der Preis würde sich also um etwa 1,00 M/qm gegen den der Fliesendecke ermässigen.

Die Wärmedurchlässigkeit wird trotz der Verringerung der Dicke um 17 mm bei der Monierdecke nicht grösser sein als bei der Fliesendecke, weil die erstere ein fugenloses Ganze bildet, während die Thonfliesen auf $\perp$ Eisen verlegt, auch mit Kalkmörtel vergossen, wegen der Ausdehnung des Eisens keine auf die Dauer in den Fugen dichte Decke geben. Zudem werden die nicht umhüllten eisernen Latten das Ihrige zur Vermehrung der Wärmedurchlässigkeit bei dem Fliesendach beitragen.

Die Feuerbeständigkeit der Monierdecke gegenüber derjenigen des Fliesendaches ist ohne Zweifel eine noch grössere, weil alles dünne sich im Feuer leicht durchbiegende Eisen durch die Fliesen nicht geschützt wird, während bei Anwendung eines Monierdaches die Umhüllung selbst der grösseren Profileisen, der Sparren und Pfetten, mit Cement auf Drahtgeflecht leicht und in gehörigem Zusammenhang mit der Decke zu bewerkstelligen ist. In Fig. 2 der Abbildung 15a ist auf eine Umhüllung der eisernen Sparren Rücksicht genommen. Alle 3 Figuren stellen ein Dach dar, wie es als Nachbildung der Dächer über den neuen Packhofsgebäuden zu Berlin unter Verwendung einer Monier-Unterdecke statt des Fliesenbelags sich ergibt und wie es ähnlich über dem Marine-Bekleidungs-Magazin zu Wilhelmshaven bereits ausgeführt worden ist.

Zur Bildung eines **flachen wärmedichten Daches** ohne Verwendung eiserner Träger ist ferner die auf S. 78 in Abb. 7 bereits dargestellte Form sehr geeignet, wenn man die Wellenthäler von oben mit Schlick ausfüllt und die Wellenberge von unten mit Korksteinen auf Draht aussetzt, die Unteransicht dann nachträglich verputzt und die Schlicklage mit Kies überträgt, wie das auf S. 78 bereits angedeutet wurde.

Kommt es allein darauf an, ein **regendichtes feuerfestes Dach** zu konstruieren, so wird die Monierdecke jede weitere Bekleidung sehr wohl entbehren können. Die Bedenken erregenden Haarrisse werden sich bei geeigneter Behandlung des Cementmörtels, erdfeuchter Verarbeitung, regelmässiger Annetzung in der ersten Zeit und nöthigenfalls durch eine Theilung zu grosser zusammenhängender Flächen unter Ein-

schaltung federnder Metallstreifen ohne Schwierigkeit vermeiden lassen. Eine Dachneigung wie die für Holzcement von 1 : 20 kann als zweckmässig angesehen werden, da ein langsamer Abfluss des Regenwassers ohne Schaden für die Cementdecke ist, die Ausführung sich leichter be-

Abb. 15a.

Holzcementdach auf Monierdecke. Fig. 1-3.

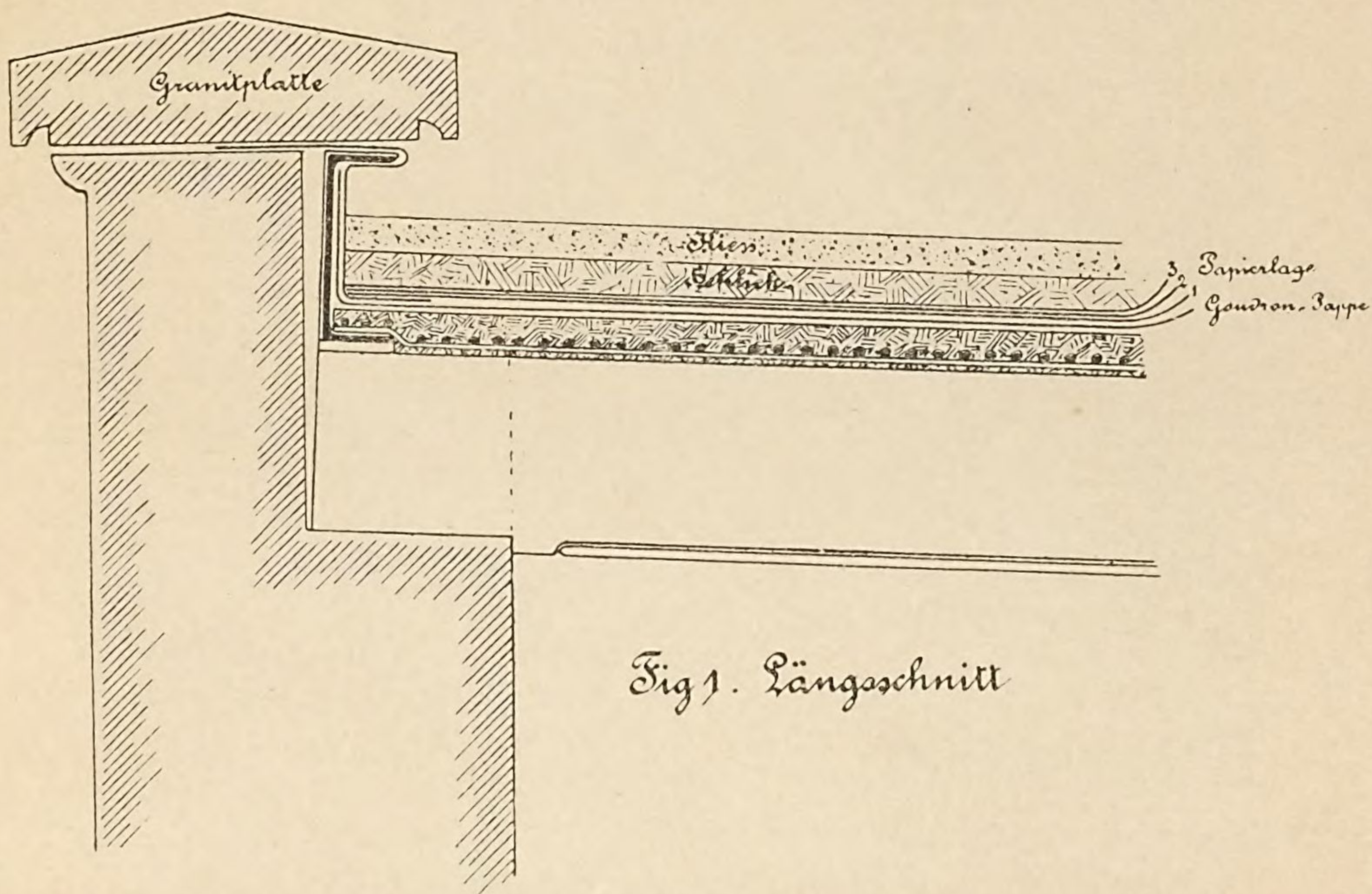


Fig. 1. Längsschnitt

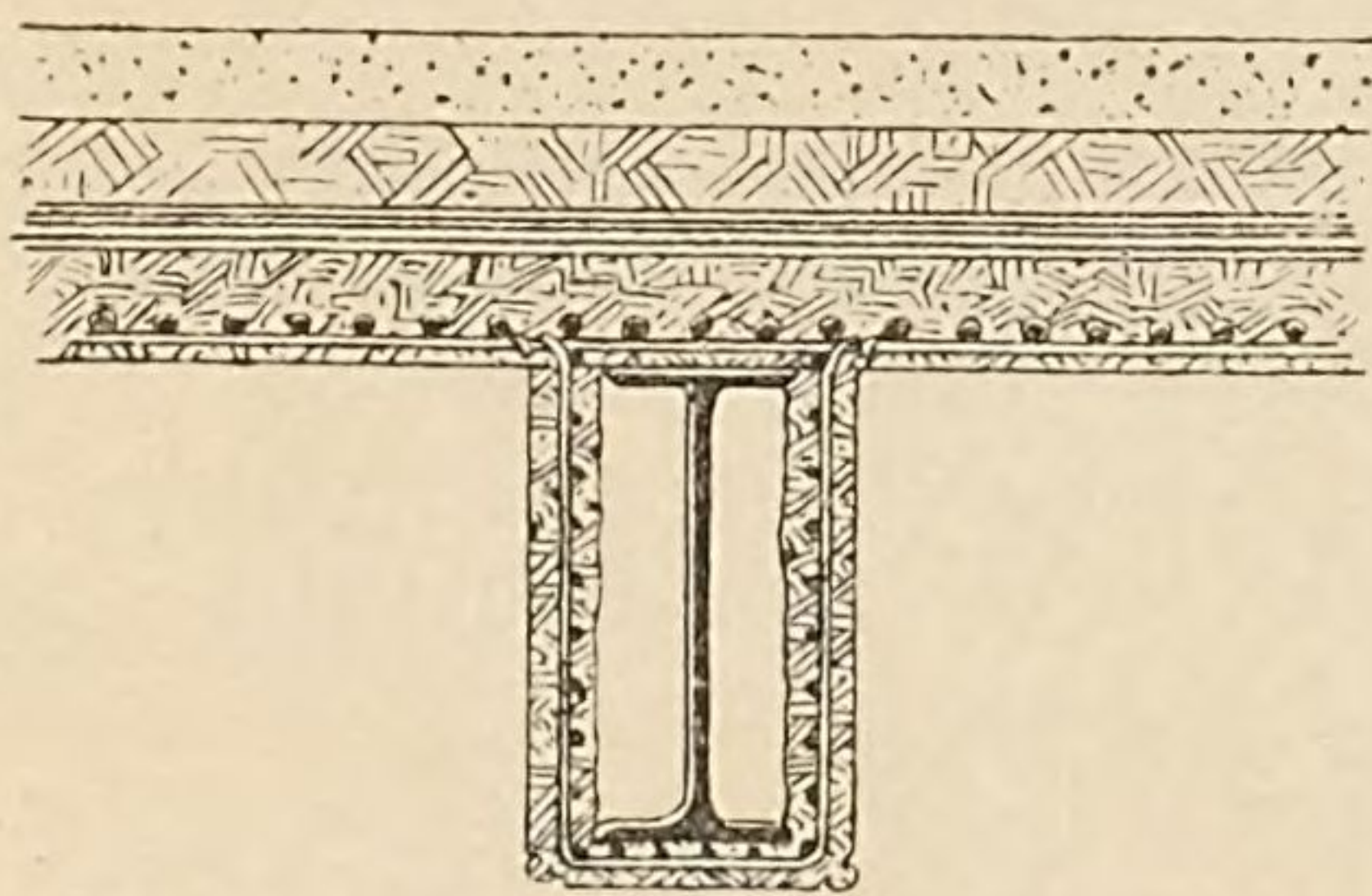


Fig. 2. Querschnitt.

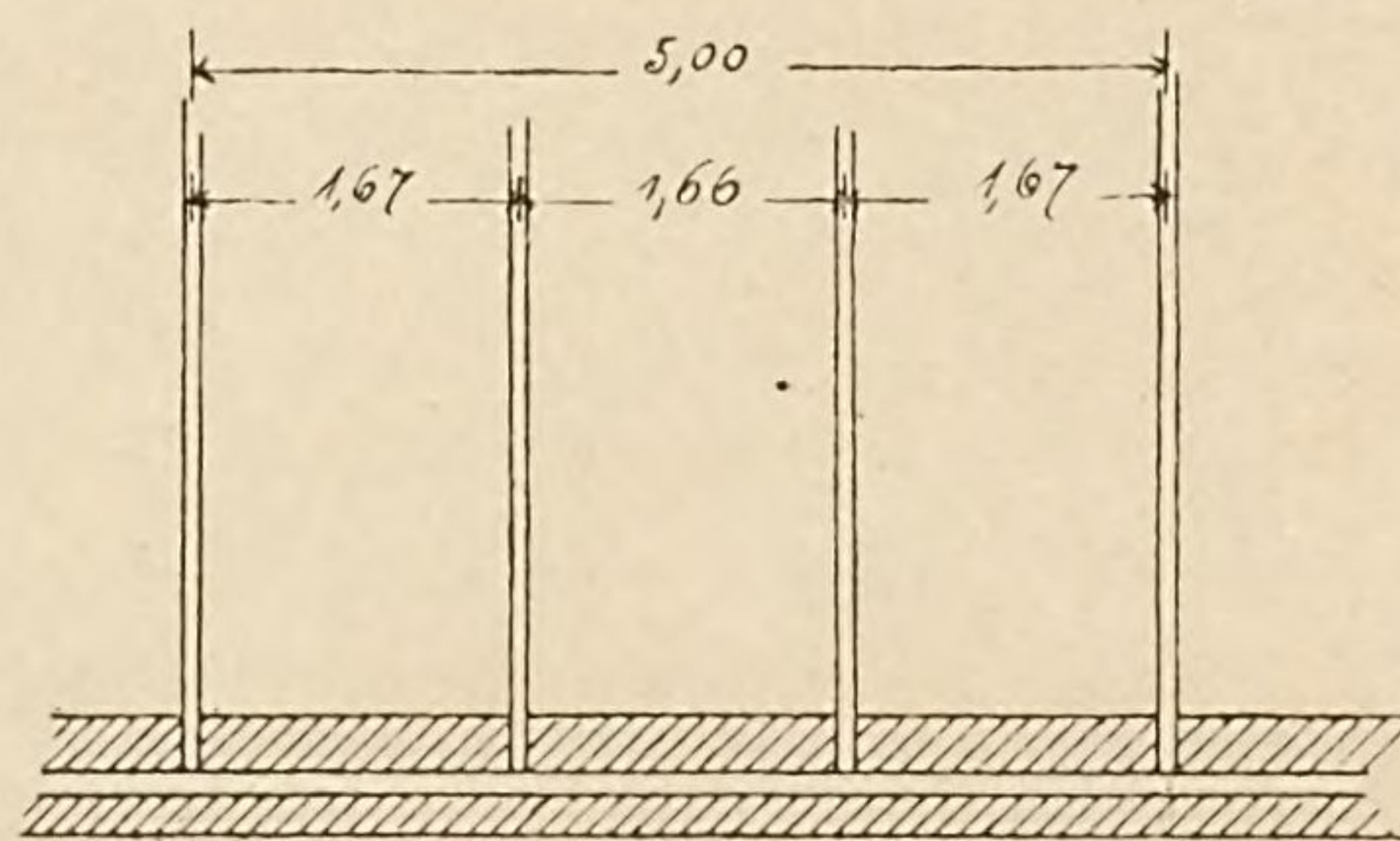


Fig. 3. Grundriss des Dachgespärres.

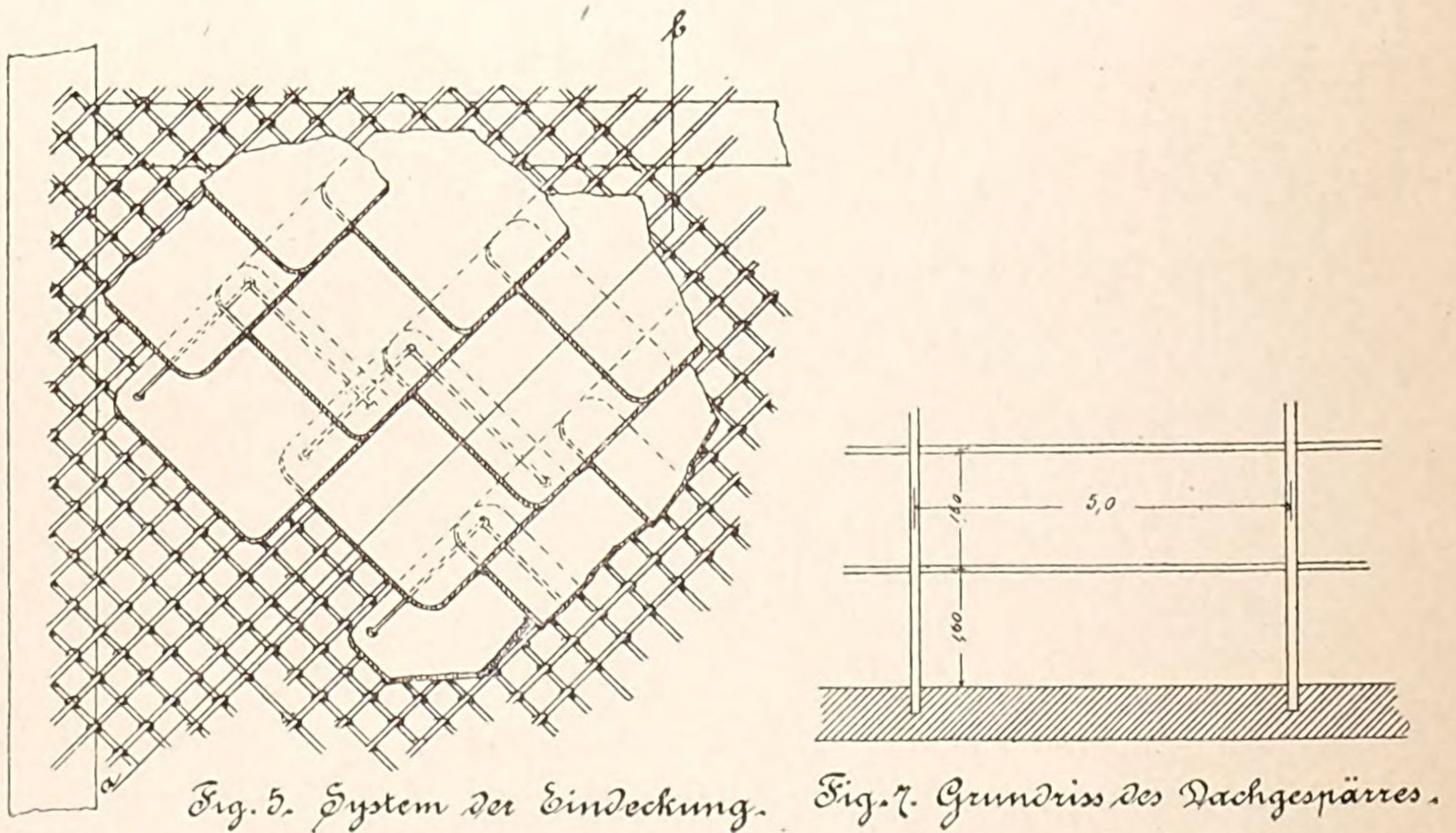
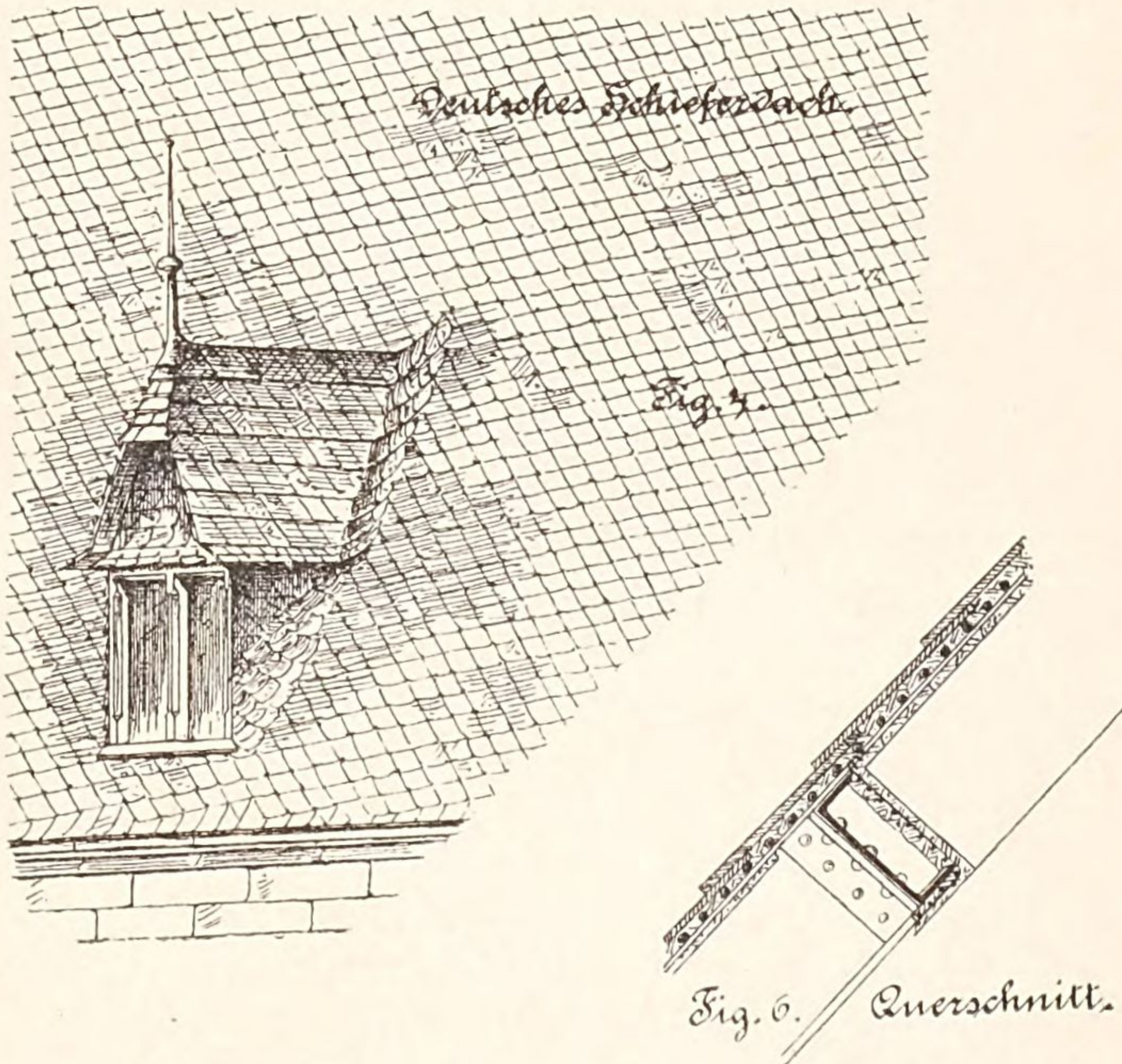
werkstelligen lässt und die Dachfläche ein Minimum wird. Vor dem Holzcementdach, oder wenn man will, auch vor dem Theerpappdach, hat die Monierabdeckung aber noch den Vorzug, auch in steileren Neigungen ausführbar zu sein. Für die sichtbare Dachfläche dürfte sich alsdann ein Anstrich in der auf S. 22 bereits erwähnten Weise unter

Anwendung von Chromgrün empfehlen, das nach Gottgetreu als Farbenzusatz zum Cementanstrich besonders geeignet sein soll.

Wo stilistische Rücksichten ein sichtbares Dach in historischer Deckart verlangen und gleichzeitig die Forderung vollkommenster Feuerbeständigkeit obenan steht, wird die Eindeckung mit deutschem

Abb. 15b.

Schiefereindeckung eines Daches nach System.
Monier. Fig. 4-7.



Schiefer unter Anwendung von Eisengerippen in Cement sich empfehlen, wie sie in der Abbildung 15b zur Darstellung gebracht ist und hier kurz erläutert werden soll.

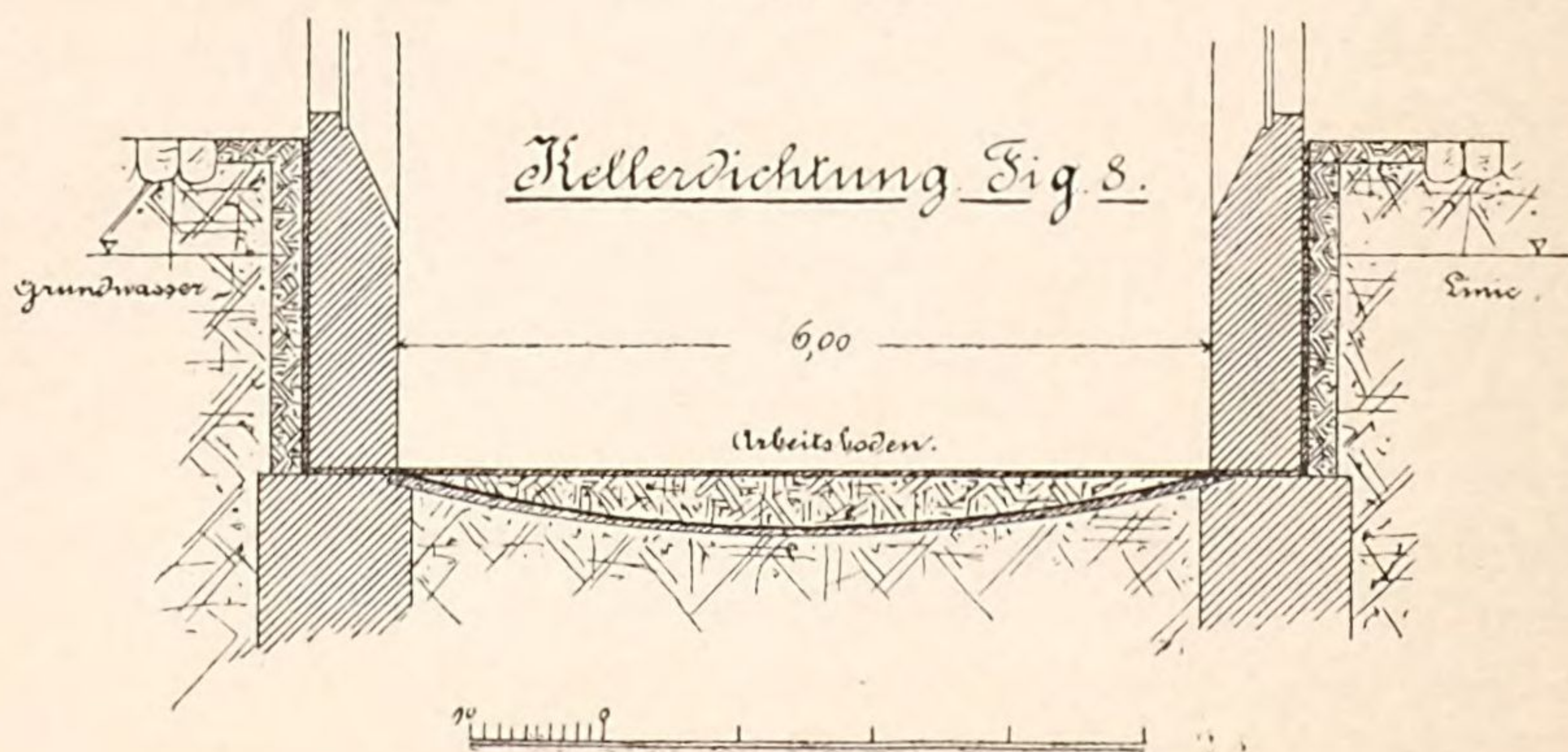
Ein eisernes Pfettendach wie der Grundriss des Dachgesparres es andeutet, dürfte die geeignetste Unterkonstruktion für eine solche Art der Eindeckung sein, wenn man zugleich beabsichtigt, die eisernen Konstruktionstheile, so weit es angeht, zu umkleiden. Aus Rücksicht darauf sind auch in dem Querschnitt Fig. 6 die Pfetten zwischen die Binder sparren eingelagert gezeichnet und ist die Bekleidung mit Cement auf Drahtgeflecht angedeutet. Die etwa 1,60 m weiten Felder zwischen den Pfetten werden mit einem Drahtgerippe überschalt, das aus 5 mm starken Drähten in 8 cm Maschenweite und dreifacher Ueberkreuzung gebildet ist, damit seine Steifigkeit gross genug werde, um vorläufig die Schieferdeckung auch ohne Cementmörtelausfüllung tragen zu können. Gleichzeitig soll damit die unterste Drahtlage diejenige Stelle erhalten, die ihr statisch in der Dachplatte anzuweisen ist, wenn dieselbe so viel als möglich gegen Biegung fest sein soll. Indess kann die dreifache Ueberkreuzung so eingerichtet werden, dass ein Mehraufwand an Eisenmaterial und somit eine Vertheuerung der Dachfläche nicht nothwendig wird. Die oberste Drahtlage kann so weite Maschen haben, als ausreichend ist, um den schräg verlegten Schiefen an zwei Enden genügendes Auflager zu geben. Bei der Steilheit des Daches findet das Drahtgerippe seinen Halt an den Pfetten, mit denen es verschlungen ist. Der Schiefer wird felderweise aufgebracht wie es die deutsche Deckungsart vorschreibt. Die Befestigung der Schiefer geschieht mittels Bindendraht, also in einer auch sonst schon üblichen Weise. Sobald ein Feld zwischen den Pfetten und Bindern fertig ausgedeckt ist, erfolgt von der Unterseite aus das Gegentragen des Cementmörtels gegen das Drahtgerippe und den Schiefer, der hier zugleich die Verschalung abgiebt und durch Abbinden mit dem Mörtel ein so festes, gegen Sturm gesichertes Lager erhält, wie sonst niemals. Felderweis schreitet wie üblich die Eindeckung von der Traufe zum First vor. Leiterhaken sind auf den Pfetten mit dem Drahtgerippe zugleich zu befestigen. Eine Reparatur des Daches, die umständlicher als sonst, aber nicht unmöglich wäre, ist voraussichtlich in absehbarer Zeit nicht erforderlich. Regendicht ist schon an und für sich die Cementhaut, für die der Schiefer konstruktiv nicht nothwendig, sondern eigentlich nur Dekoration oder stilistische Verkleidung ist. Es beeinträchtigt also nicht die Solidität des Daches, wenn wirklich eine schadhafte Schieferplatte einmal springt oder zum Theil abwittert, auch ist dies ein Ausnahmefall, da sich oft an alten Dächern der Schiefer besser bewährt hat als die Holzschalung. Zieht man alle Mängel einer solchen Schalung in Betracht, das Werfen, das Faulen, die damit vor sich gehende Lockerung der Drahtnägeln, die den Schiefer halten sollen, und der Leiterhaken, die Wärmedurchlässigkeit in Folge der Fugen und Risse in der Verschalung, oder berücksichtigt man bei Anwendung des eng-

lischen Schiefers und der Lattendeckung die ganz bedeutende Wärmeausstrahlung des Schiefers und das Tropfen, das damit verbunden ist und sich über Wäscheböden in äusserst unliebsamer Weise bemerkbar macht, erwägt man schliesslich noch die Feuersicherheit solcher Schieferdächer auf Schalbrettern oder Holzlatten, so wird man bei Bauwerken von monumentalem Werth die Erhöhung der Ausführungskosten kaum in Betracht ziehen gegenüber der Dauerhaftigkeit und Feuersicherheit einer Dachdeckung, wie sie oben beschrieben ist.

D. Kellerfussböden und Sicherungen gegen Grundwasser.

Ein jeder Zeit zugänglicher Keller, auch in Gebäuden, deren Sohle unter dem höchsten Grundwasserstand liegt, ist nicht allein in wirtschaftlicher Beziehung von grossem Werth, sondern auch in gesundheitlicher Hinsicht für jedes Wohngebäude von einer Bedeutung, wie sie in vollem Maasse erst in neuerer Zeit erkannt worden ist. — Die aussergewöhnliche Druckfestigkeit und Elastizität der Moniergewölbe ermöglicht besonders in Fällen, wo man mit hohen Grundwasserständen zu rechnen hat, im Vergleich zu den sonst nothwendigen Mengen von Beton, nicht unbedeutende Ersparnisse an Erdausschachtung und Bettungsmaterial. — Wie es schon W. A. Becker in seiner „Praktischen Anleitung zur Anwendung der Cemente zu baulichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen und Kunstgegenständen — Berlin 1869“ angiebt, empfiehlt sich bei Kellerdichtungen die Anordnung einer wasserdichten Cementschicht an einer Stelle, wo sie der Abnutzung durch Betreten und durch Rücken von Fässern und Kisten nicht ausgesetzt ist. Diese wasserdichte Schicht im Boden bildet das umgekehrte Moniergewölbe, mit einem Mörtel von 1 Theil Cement und einem Theil Sand ausgeführt, schon an und für sich. Es erübrigt also nur, wie es Abb. 16 darstellt, die Wölbung mit einem Beton geringster Mischung einzueben und darauf einen Cementstrich als Arbeitsboden anzulegen. Die Dichtung der Kellerwände geht aus der Zeichnung genügend klar hervor.

Abb. 16.



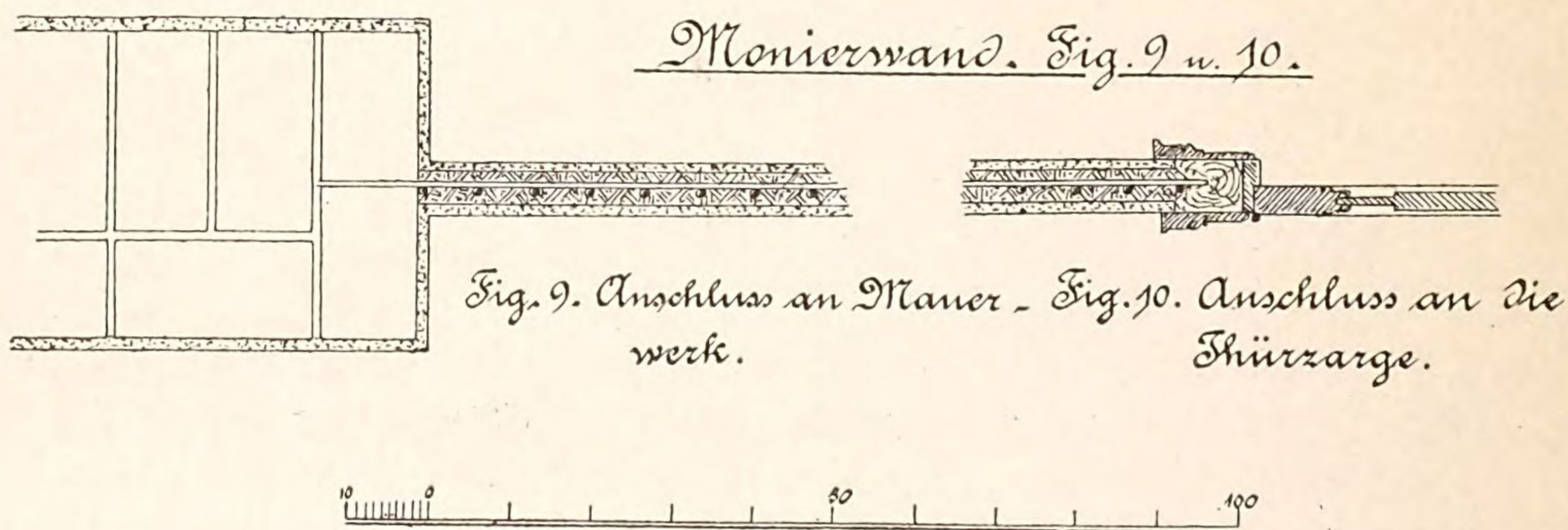
E. Wände.

1. Scheidewände.

Besonders in grossen Handelsstädten, wo die unteren Geschosse der Gebäude zu weiträumigen Verkaufshallen dienen müssen, während die oberen in zahllosen Wiederholungen für Wohnzwecke einzurichten sind, kommt es darauf an, sich freitragende, unverbrennliche und bei der Kostspieligkeit der Baustellen auch raumersparende Wände herzustellen. So haben sich schnell jene Haarkalk-Mörtelwände eingebürgert, die auf ausgespanntem Drahtgewebe angefertigt werden. Ihnen gegenüber bietet die Cementwand auf steifem Drahtgerippe den Vorzug der Widerstandsfähigkeit auch gegen anhaltendes Feuer und gegen aufschlagende Brände, und den Vorthail, selbst winklige Formen mit Leichtigkeit ausführen, oder, wie das auf S. 46 dargestellte Versuchsobjekt es beweist — sogar belastungsfähige Wände herstellen zu können. Während jene eines Rahmens aus Winkeleisen bedürfen, in welchem das Drahtgewebe angespannt werden kann, ist für die Monierwand eine solche Umsäumung durchaus nicht Erforderniss. Die Winkelrahmen lassen sich an den anschliessenden Mauern immer nur mittelst übergreifender eingetriebener Haken befestigen, deren Halt kein zuverlässiger ist, und ein ausgespanntes Gewebe ist schon durch die Anspannung des Drahtes so bis zum Aeussersten beansprucht, dass es den Anprall stürzender Gegenstände nicht mehr aushalten kann. Bei der Monierwand greifen die wagerechten Drähte so tief und so oft in das anschliessende Mauerwerk, als es dessen Verband zulässt, zwischen Ziegelmauerwerk wird deshalb der Abstand zwischen den Horizontaldrähten zweckmässig auf Schichtenhöhe bemessen — d. i. von Draht- zu Draht-Mitte 7,5 cm — oder es wird bei anderer Maschenweite ein Vertikaldraht direkt neben den Mauerabschluss gesetzt und dieser Draht noch besonders durch Krammen in den Fugen befestigt, in welche die Horizontaldrähte nicht eingreifen. Die aussergewöhnliche Adhäsion des Cementes an Ziegel- und Bruchsteinen, die noch grösser ist als die Festigkeit dieser Materialien, trägt dann noch das Uebrige dazu bei, die Innigkeit des Haltes am Mauerwerk so zu vermehren, dass eine Trennung nicht zu befürchten ist und die Befestigung der Mauerwand oben und unten durch Eisenbänder oder Schienen ganz überflüssig wird, wenn die Wand an beiden Seiten gegen Mauerwerk stösst. Ist dies nicht der Fall, wie etwa bei winkligen Wänden, und kommt es darauf an, eine Scheidewand zu bilden, die nicht bloss unentzündbar ist, wie jede Wand in der Nähe von Feuerungsstellen es sein soll, sondern die auch noch stehen bleibt, wenn die üblichen Holzbalkenlagen oben und unten durchgebrannt sind, dann genügt es freilich nicht, einer winkligen Wand ihren Halt unten auf einer solchen Balkendecke zu geben, sondern es wird das Unterziehen von Trägern selbstverständliches Erforderniss, das mit der Art der gewählten Wandkonstruktion nichts zu thun hat.

Für absolut feuerabhaltende Wände ist es ausserdem nöthig, die Thüren feuerfest, also in Monierwänden als Cementplatte auf Thürangeln mit selbstthätiger Schlussvorrichtung anzuordnen, da bekanntlich einwandige Eisenthüren nicht feuerdicht schliessen, auch durch Erglühen Gegenstände in ihrer Nähe entzünden können. In Fällen, wo die Monierwand in Bezug auf Feuersicherheit nur so viel leisten soll wie der gewöhnliche massive Abschluss mit hölzernen Thüren, wird die Thüranlage konstruirt wie Abb. 17 es zeigt.

Abb. 17.



Vor Herrichtung der Cementwand ist gehörigen Ortes eine Thürzarge von der vorgezeichneten Weite, einer Stärke von etwa 5 cm und einer Holzbreite je nach Breite der Thürbekleidung aufzustellen. Die Thürzarge hat ringsum eine zugespitzte Nuth zu erhalten, in welche ein säumender Draht und die Anfänge der Horizontal- bzw. der Vertikalstäbe straff eingesetzt werden können. — Nach Fertigstellung des Drahtgerippes erfolgt das Ausdrücken desselben mit Cementmörtel gegen provisorische Verschalung, nach erfolgtem Abbinden in 4—5 Tagen die Entfernung derselben und der beiderseitige Kalkmörtel-Verputz der etwa 3 cm starken Cementdrahtwand, der als zugehörig zur Monierwand so wenig angesehen wird, wie der Verputz einer rohen Ziegelwand zur Aufmauerung derselben. Aus Rücksicht auf gemeinsames Abbinden und schnellere Fertigstellung der Bauten in zulässigen Grenzen erfolgt auch das Verputzen noch durch die Monierarbeiter, während die Lieferung des Verputzmörtels Sache des Bestellers bleibt, ebenso wie die Lieferung des Sandes, weil es sich nicht empfiehlt, für ein und dieselbe Baustelle gleichgeartetes Material von verschiedenen Lieferanten zu beziehen.

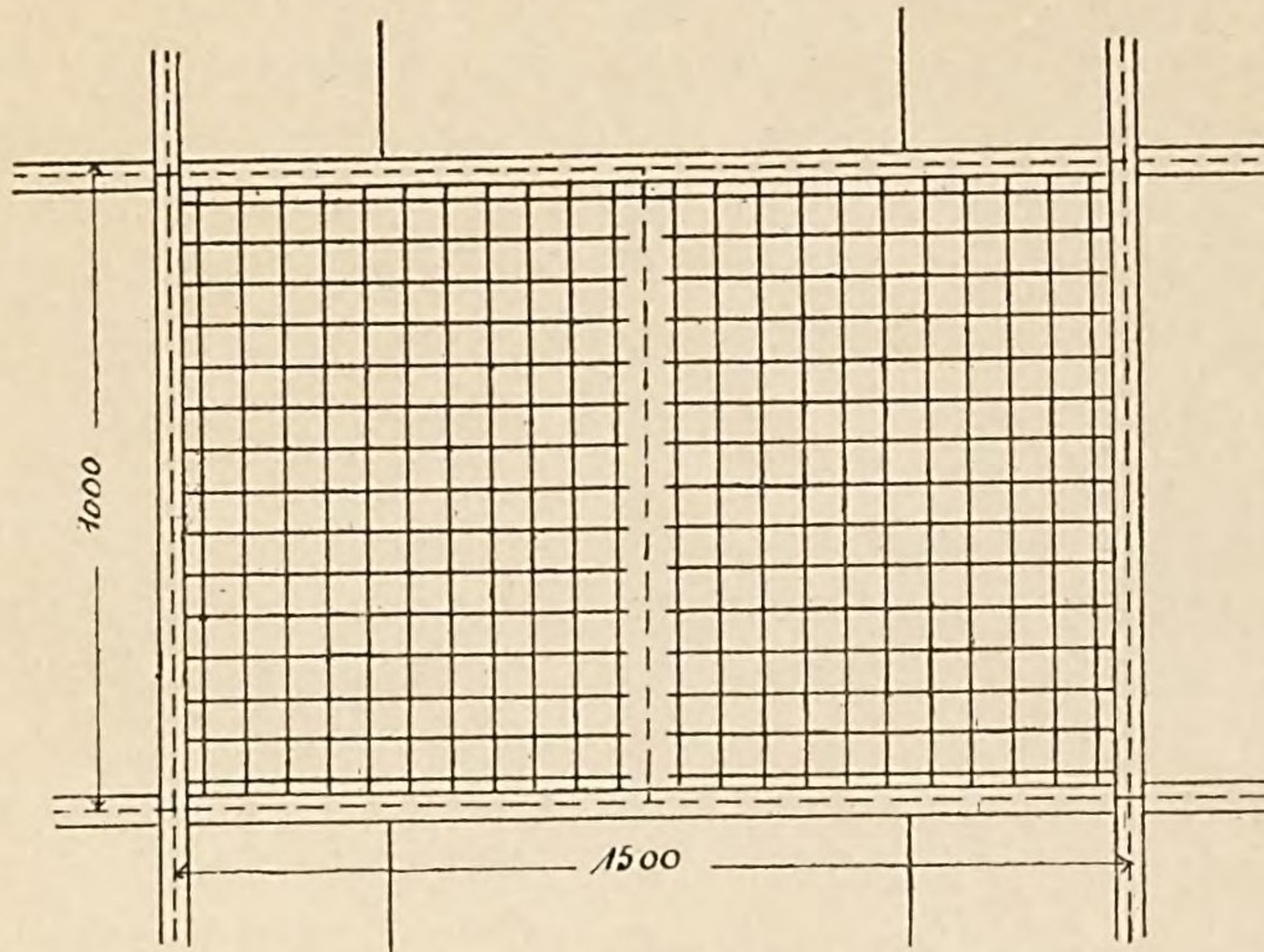
Da 1 qm Wand zum beiderseitigen Verputz etwa 20 Liter Kalkmörtel erfordert, reicht 1 cbm Verputzmörtel für 50 qm Monierwand aus.

Zur besseren Kontrolle der Arbeiter und um noch gleichmässigeren Cementmörtel zu erzielen, soll in Zukunft die Mischung von Cement und Sand auf trockenem Wege durch Maschinen in der Fabrik vorgenommen und die trockene Mörtelsubstanz unter Bezeichnung des Mischungsverhältnisses fertig zur Verwendung nach den verschiedenen Baustellen geliefert werden. Wo dies bis jetzt noch nicht hat geschehen können,

also die Lieferung an Material sich nur auf Eisendraht und Cement erstreckt hat, sind noch f. d. qm Monierwand 0,03 cbm Mauersand in Anschlag zu bringen.

2. Umfassungswände auf Eisenfachwerk.

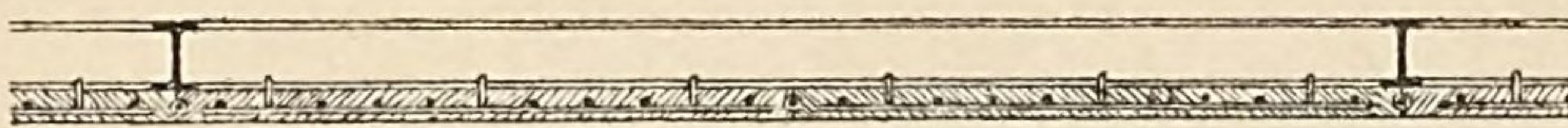
Abb. 18.



Innenseite der Diorama-Wand.

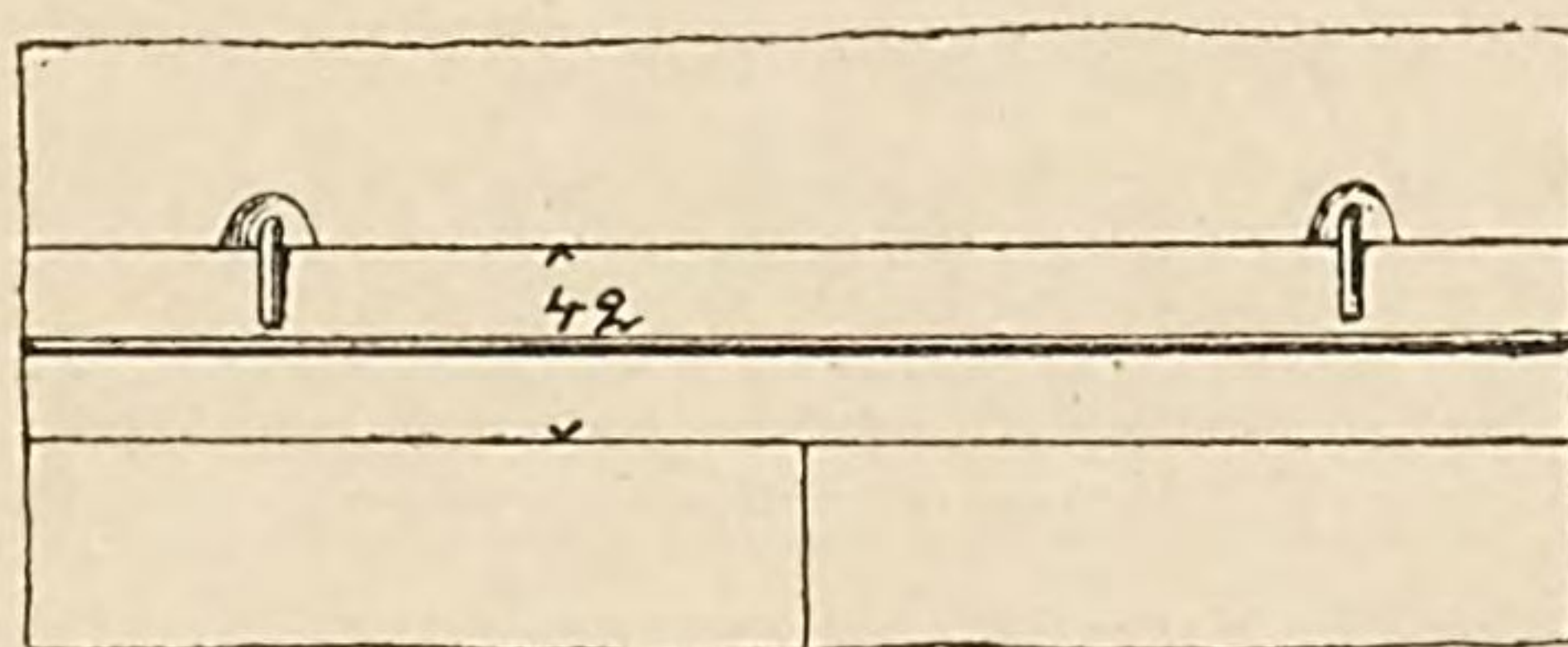
Monierplatten im Drahtgeflecht auf Eisenfachwerk.

(Innenseite.)

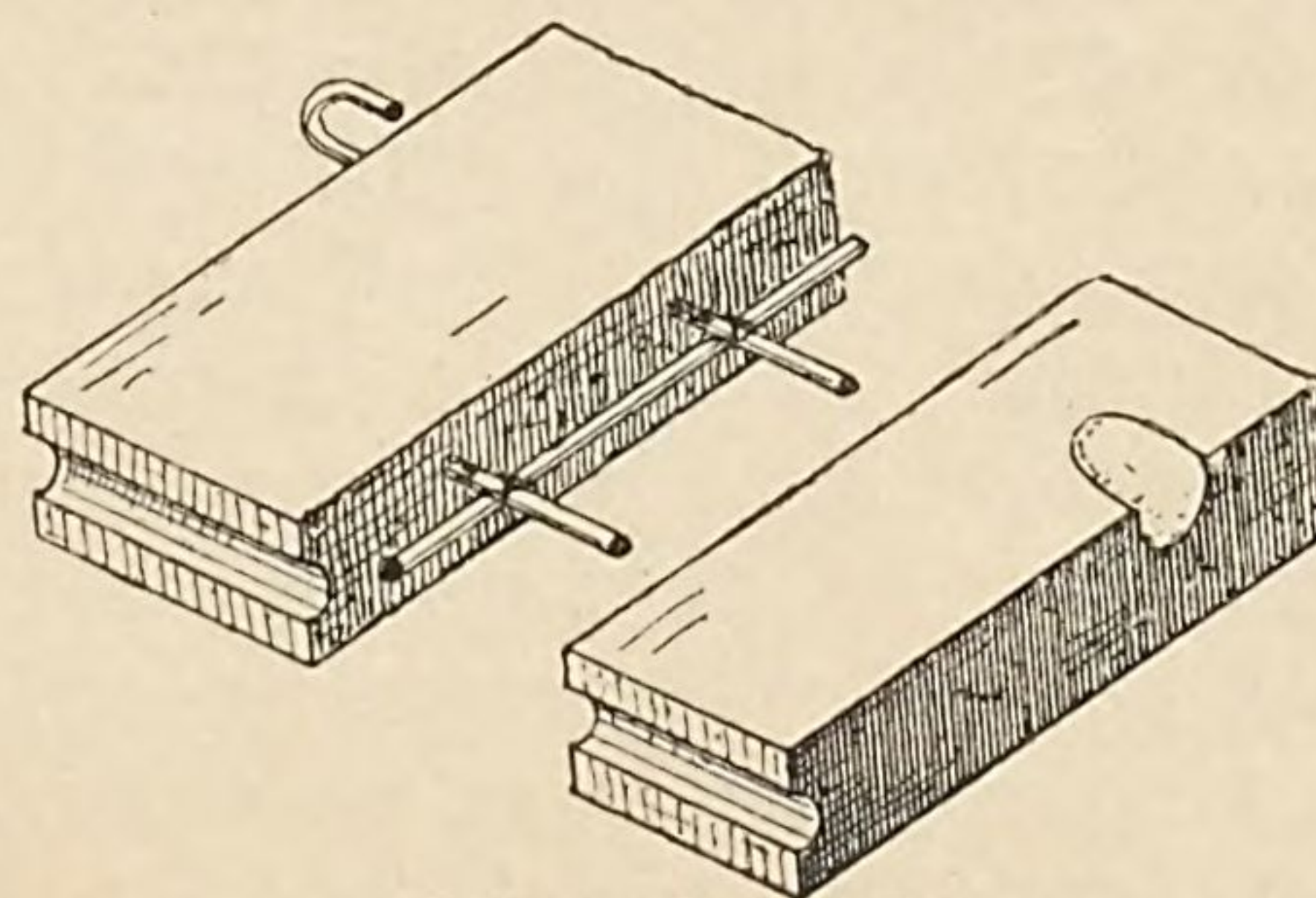


(Aussenseite.)

Horizontalschnitt durch die Diorama-Wand.



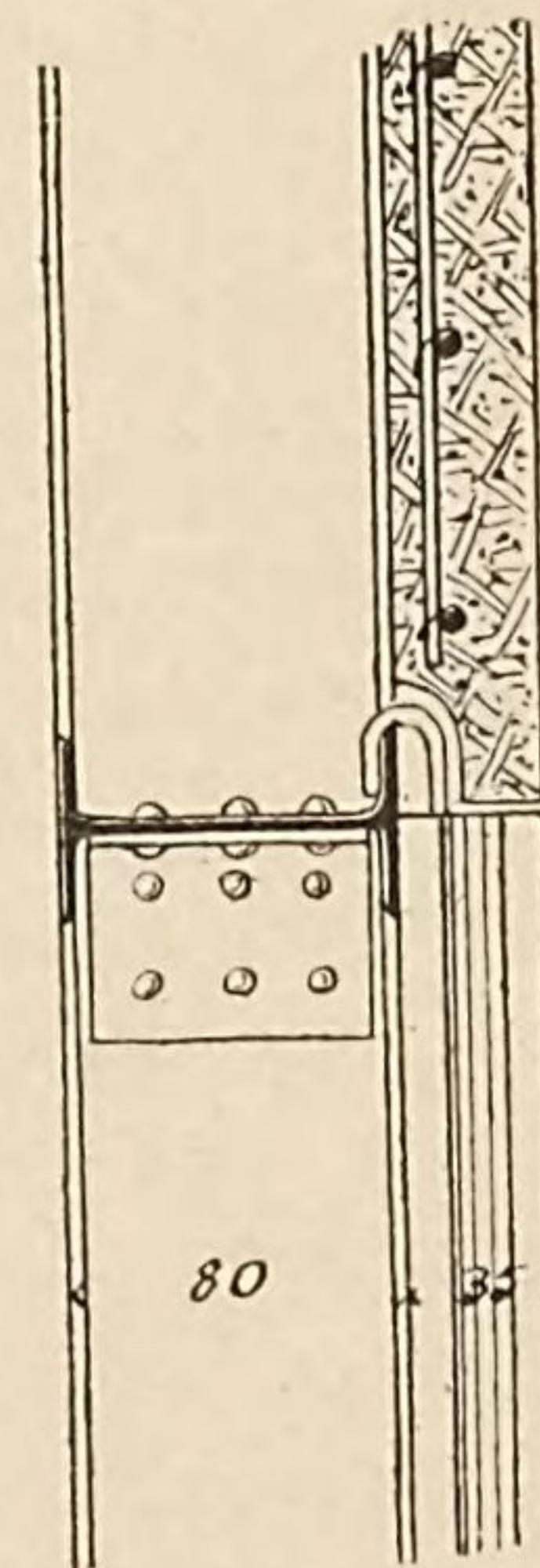
Einhängung der Platten in die Riegel des Eisenfachwerks.



Zerlegte Wandplatte.



Horizontalschnitt.



Vertikalschnitt.

Abb. 18 zeigt in 5 Figuren die Ausführung der Umfassungswände für das Diorama über dem Cirkus des Krystallpalastes zu Leipzig. Anfangs in Eisenfachwerk mit Ziegelausmauerung vorgesehen, sind die Aussenwände des ganzen oberen Baues durch Bekleidung des Eisengerüstes mit Monierplatten hergestellt worden.

Die Platten, in einer Grösse von 1,0 : 0,75 m und einer Stärke von 35 mm auf 5 mm-Draht-Gerippe in der Fabrik gefertigt, haben zur Verbindung im Stoss an 2 Stirnseiten eine ausgerundete Nuth, zur Verbindung in den Lagerfugen und zur Befestigung an den Riegeln des Eisenfachwerkes unten 2 Ausklinkungen erhalten, die den Drahhaken Raum lassen, welche aus den unteren Platten hervorstehen. Diese Drahhaken, mittels deren jede Platte an das Riegelwerk angehängt ist, sind aus je 3 verlängerten Drähten der Eiseneinlage gebogen, also aus Drähten, die über den oberen Plattenrand herausstehen, während die übrigen vollständig von der Mörtelmasse der Wandtafeln umhüllt sind. Die Platten, natürlich mit Fugenverwechslung eingehängt, sind in den Lagern einfach durch das Versetzen in Cementmörtel und durch das Eingreifen der Haken einer Platte in die Ausklinkungen der nächst höheren, sowie das Ausstreichen dieser Hakenbette mit Cementmörtel unter einander verbunden. In den Stössen sind sie gedichtet durch einen in die Nuth eingeschobenen gewellten Draht und durch das Vergiessen derselben mit Cement. — Aussen eine einheitliche Fläche bildend, stellen sich die Platten zwischen den Hauptstützen als eine 8,3 m hohe, 10 m breite ebene Wand mit teppichartiger Bemalung dar.

3. Selbstständige Monier-Mauern aus Hohlsteinen.

Bei den bisher besprochenen Wandkonstruktionen war der feuer- oder wetterbeständige Raumabschluss in möglichst einfacher, solider und leichter, oder sogar sich freitragender Form der einzige Zweck. Kommt dazu die Rücksicht auf möglichst geringe Wärme- oder Schall-Durchlässigkeit, so wird man entweder das tragende Eisenfachwerk auch noch auf der Innenseite des Raumes mit Wandtafeln zu bekleiden suchen, oder man wird zu der Bildung von **Hohlsteinen aus Cement auf Eisenrippen** übergehen. Die Form und Verwendung desselben zeigt Abb. 19.

Da ihre fabrikmässige Herstellung keine Schwierigkeit bereitet, im Gegentheil ihre Fabrikation zum grössten Theil an die der Röhren angeschlossen werden kann, wenn man statt der runden Formen vierkantige unter die Presse bringt, so ist die Verwendbarkeit der Monier-Hohlsteine auch in ökonomischer Hinsicht ausser Frage gestellt. Zumal in Fällen, wo der Unterbau eines vorhandenen Gebäudes nicht stark genug und auch nicht leicht zu verstärken ist, um noch die Umfassungsmauern eines hohen Geschosses aufnehmen zu können, wenn dieselben in Backsteinen ausgeführt werden müssten, bei zahlreichen Umbauten also, besonders bei solchen, die kahlen Häusern grossartiges

Gepräge verleihen sollen, werden die Hohlsteine aus Cement und Eisen ein willkommenes Hilfsmittel für den Architekten sein, dem beschränkte Geldmittel und knappe Bauzeit die Verwendung grosser eiserner Verstärkungen und die Verblendung der Front mit Hausteinmaterial nicht gestatten.

Abb. 19.

Fig. 1—2. Hohlstein-Läufer.

Fig. 1. Isometrische Ansicht.

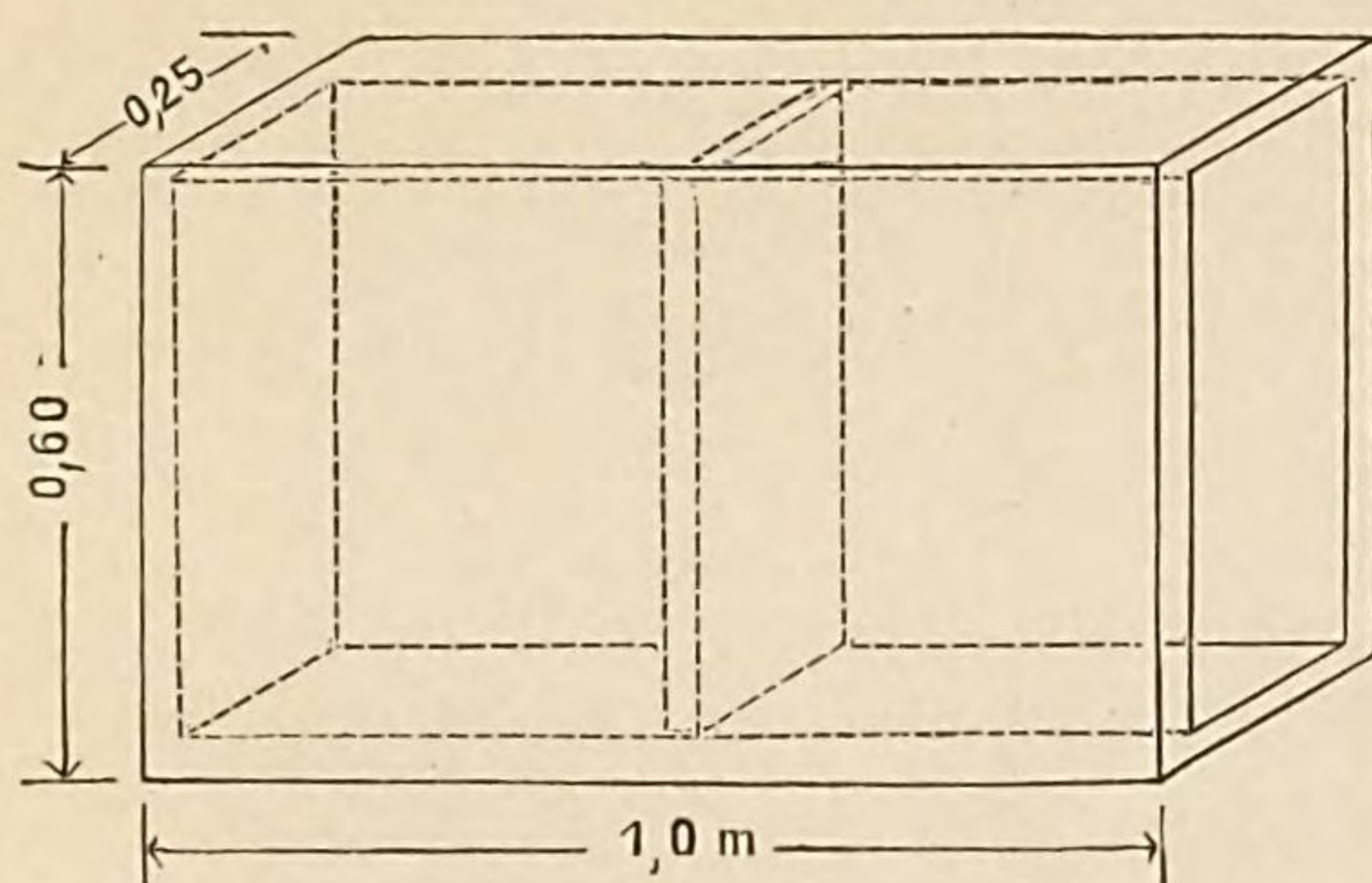


Fig. 2. Vertikalschnitt.

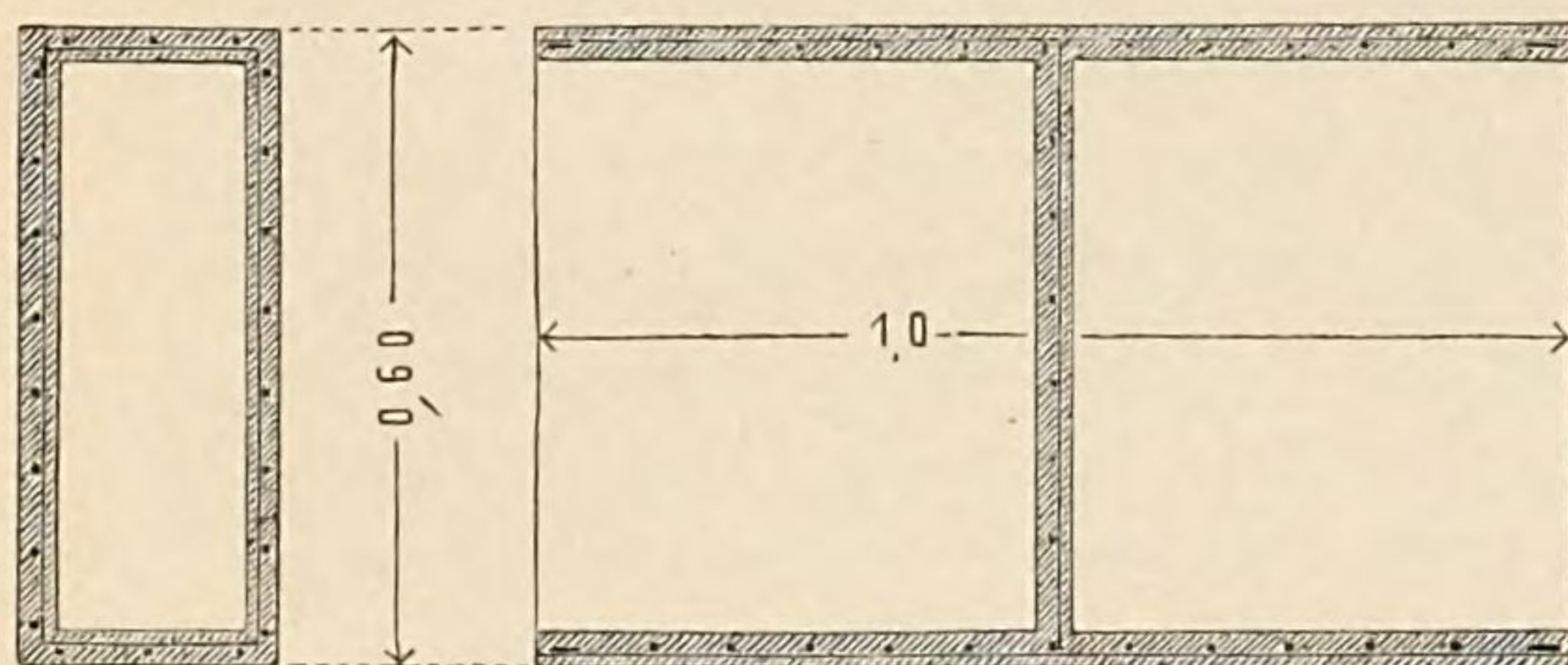


Fig. 3—4. Hohlstein-Winkel.

Fig. 3. Isometrische Ansicht.

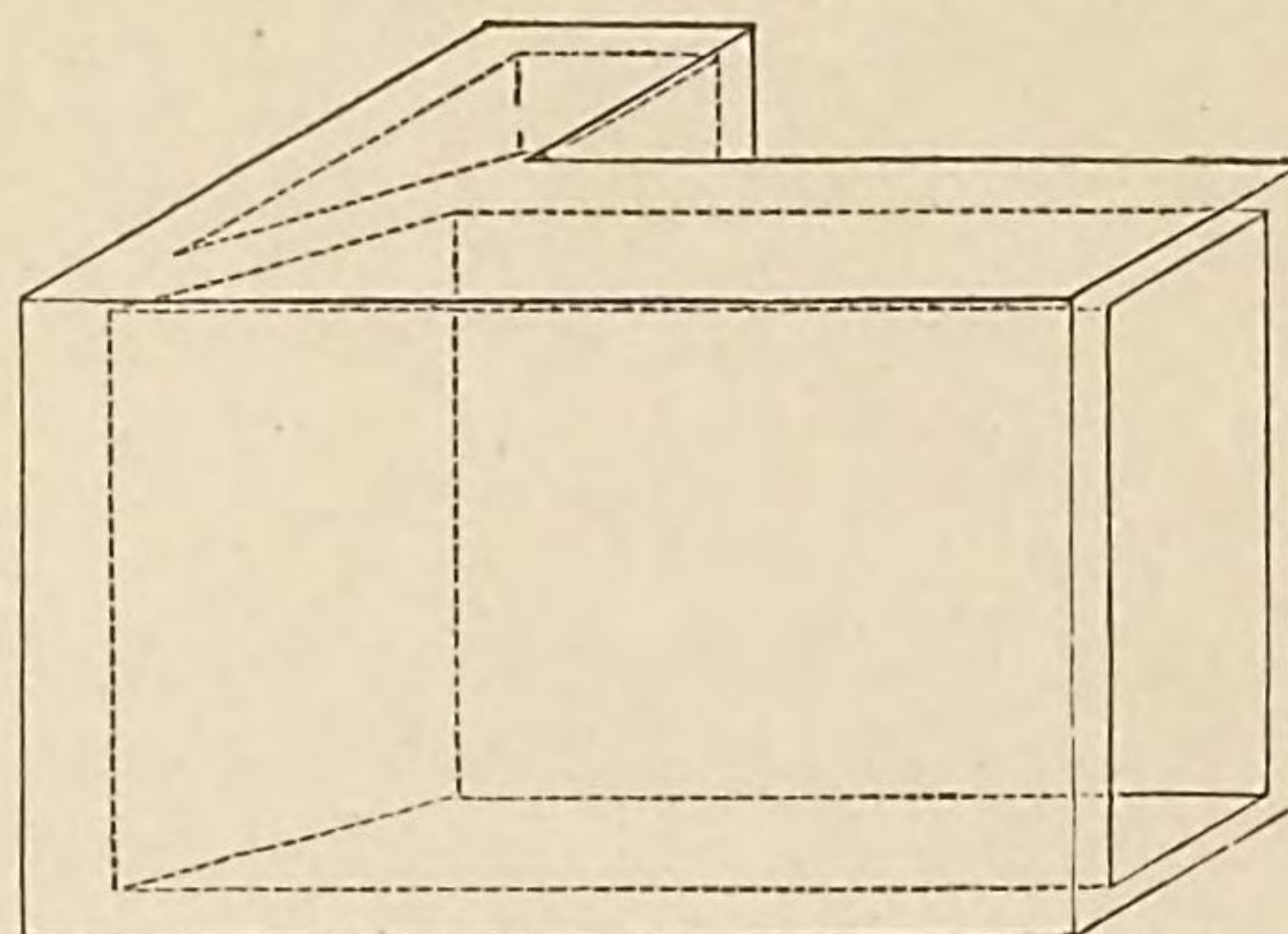


Fig. 4. Horizontalschnitt.

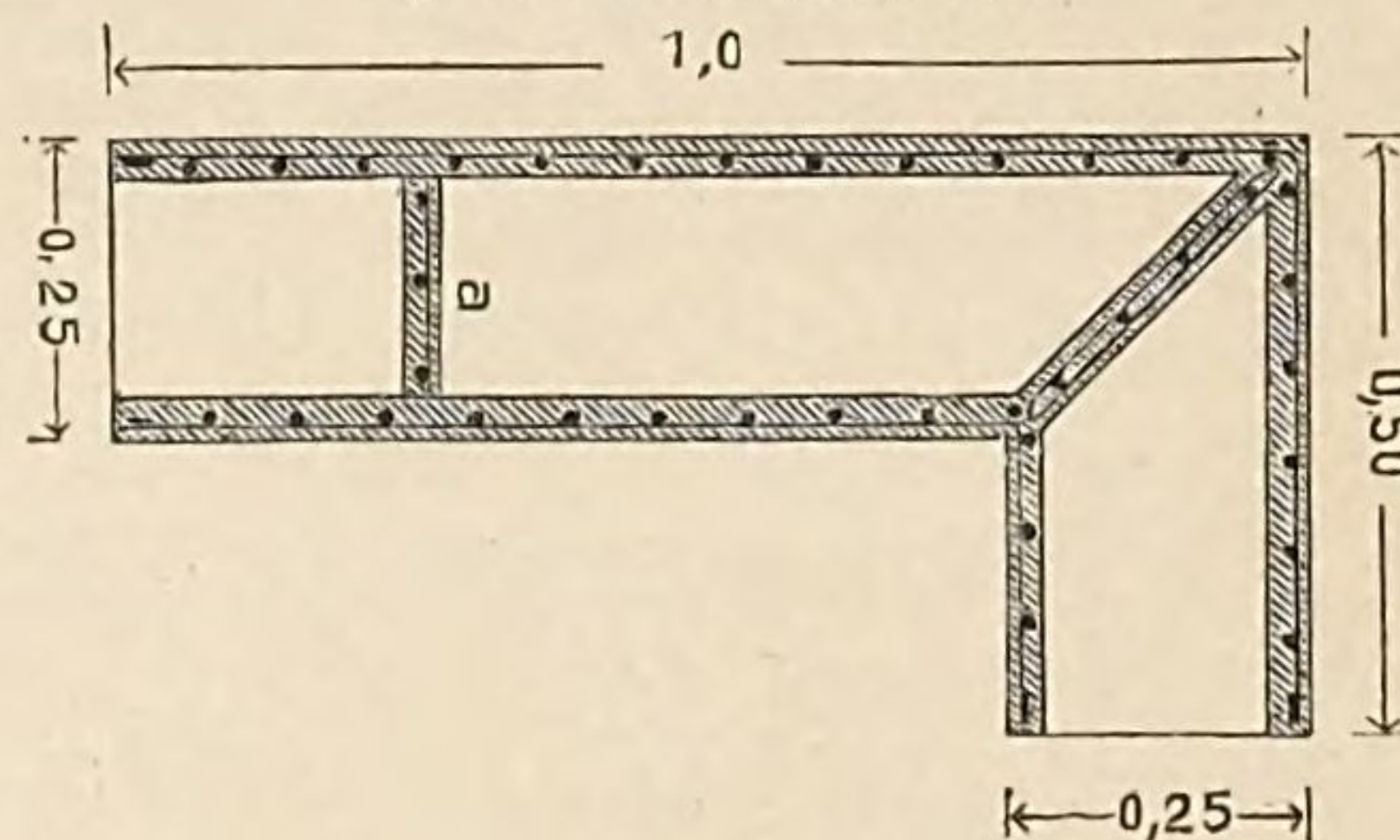
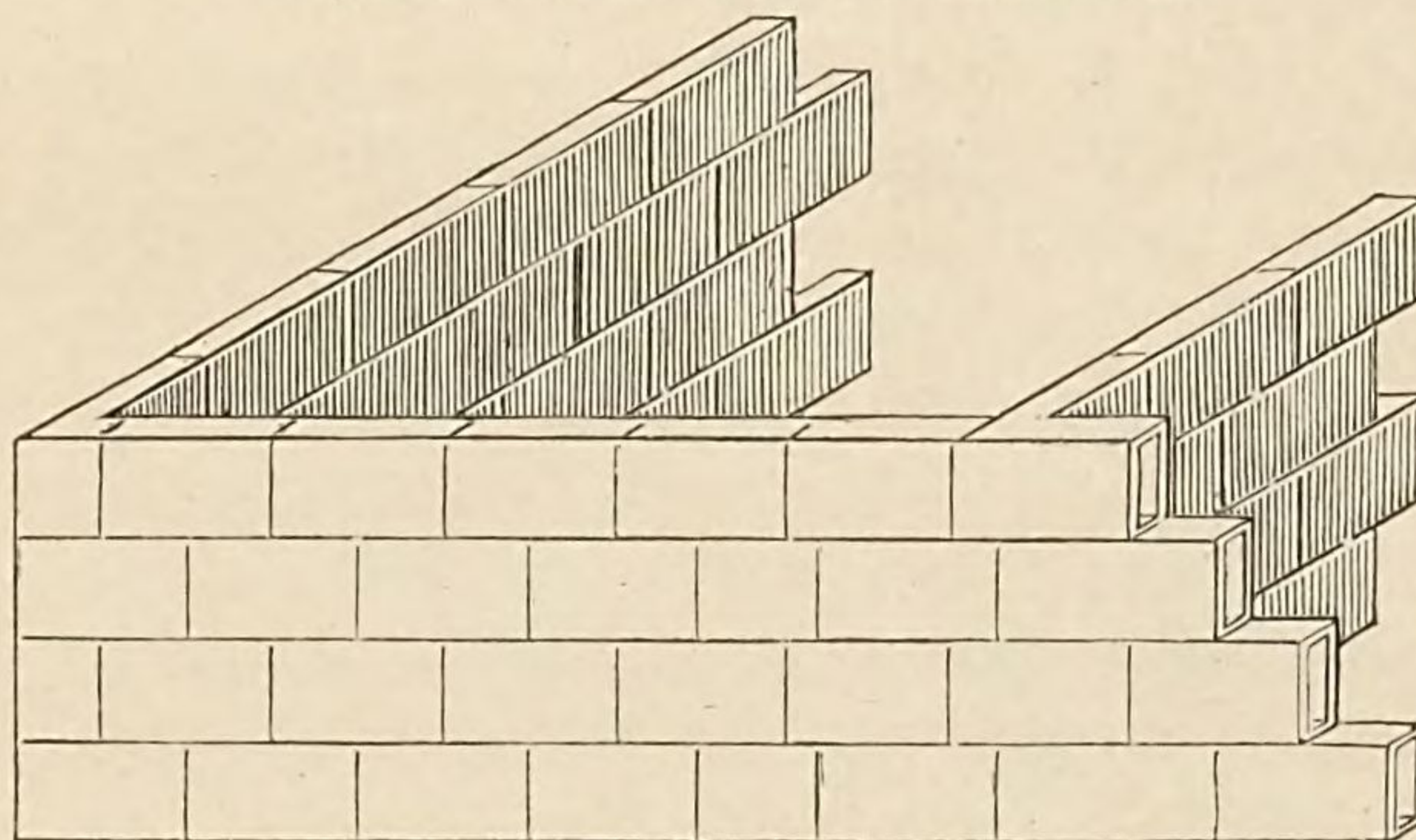


Fig. 5. Ansicht des Mauerverbandes.



Bezüglich der Tragfähigkeit der Monier-Hohlsteine kann man sich vor erfolgter Probelastung wohl auf die Belastungsfähigkeit der auf S. 46 dargestellten 3 cm starken, 3—5 m hohen und ebenso langen Wand berufen, die ohne auszubiegen 10 000 kg trug. Es wird also ausreichend sein, die bei einer Hohlsteinmauer höchstens auf 0,60:2,0,50 m freistehenden Wandtheile 25 mm stark und die nur 0,20 m freien Lager-

flächen, so wie die Verstärkungsrippen 20 mm stark zu machen. Das Gewicht eines Läufers berechnet sich alsdann wie folgt:

$$\begin{aligned} 2 \cdot 1,0 \cdot 0,60 &= 1,20 \text{ qm zu je } 58 \text{ kg} \quad . \quad . \quad . \quad . = 70 \text{ kg} \\ 2 \cdot 1,0 \cdot 0,20 + 0,56 \cdot 0,20 &= 0,51 \text{ qm zu je } 46 \text{ kg} = 23 \text{ „} \\ &\text{zusammen auf } 93 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Es sind also die Steine durch 2 Maurer ohne grosse Schwierigkeit zu versetzen. Indess wird man zweckmässig nur bei Bauten grossen Massstabes diese Blockdimensionen wählen, während für einfachere Ausführungen darauf Rücksicht zu nehmen ist, dass die Steine von einem Mann gehandhabt werden können. Die passenden Abmessungen von 50 cm Länge, 30 cm Höhe und 20 cm Tiefe ergeben für solche Läufer:

$$\begin{aligned} 2 \cdot 0,50 \cdot 0,30 &= 0,30 \text{ qm zu je } 58 \text{ kg} \quad . \quad . \quad . \quad . = 17,4 \text{ kg} \\ 2 \cdot 0,50 \cdot 0,20 + 0,26 \cdot 0,20 &= 0,25 \text{ qm zu je } 46 \text{ kg} = 11,5 \text{ „} \\ &\text{ein Eigengewicht von rd. } 29 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Unter Zurechnung des Gewichtes für den Verbandmörtel ermittelt man den **qm Monier-Hohlmauer zu 210 kg Eigengewicht**, während sich dasselbe für eine **Hohlziegelmauer aus Backsteinen** von 1½ Steinstärke auf **372 kg**, für eine **volle Backsteinmauer** gleicher Stärke auf **624 kg** stellt. In Bezug auf Standfestigkeit und Wärmedichtigkeit wird eine 1 Stein starke Backsteinwand nicht mit einer Hohlmauer aus Cement und Eisen zu vergleichen sein. Bei dem Vorhandensein ruhender dicker Luftschichten in der Monier-Hohlsteinmauer wird vielmehr die Wärmedurchlässigkeit derselben noch geringer sein als selbst die einer hohlen Backsteinmauer von 1½ Stein Dicke. Zur Erhaltung dieses Vorzuges empfiehlt es sich, die Lagerflächen der Hohlsteine nicht durchbrochen herzustellen, um etwa ihr Gewicht zu erleichtern. Abgesehen davon, dass die Fabrikation damit eine umständlichere und beim Vermauern der öfter zu reichlich aufgetragenen Verbindungsmörtel durch die Oeffnungen des Lagers sich durchdrücken, innen herabfallen und sich in den Hohlräumen aufhäufen würde, ist auch die Bildung vertikaler Luftschichten ohne Nutzen für die Wärmedichtigkeit der Mauern. In Folge der Temperaturverschiedenheit oben und unten, innen und aussen, wird selbst in geschlossenen senkrechten Kanälen eine Luftströmung zur Herstellung des Gleichgewichts unter den verschieden erwärmten und verschieden schweren Luftschichten entstehen, wobei die an der Aussenfläche abgekühlte oder erwärmte Schicht schnell an die Innenfläche gelangt und diese abkühlt oder erwärmt. Werden diese senkrechten Kanäle nun gar an den Enden offen gehalten, so ist eine solche Hohlmauer nicht blos der geringeren Standfestigkeit wegen, sondern auch in Bezug auf Wärmedurchlässigkeit schlechter als volles Mauerwerk.

Zur Erklärung der Fig. 3 in Abb. 19 muss hier noch bemerkt werden, dass bei langen Winkelstücken die etwas weit freistehenden Hohlsteinwandungen durch eine Platte (a) ausgesteift werden können, die besonders angefertigt und an den Stirnseiten mit Cementmörtel frisch bestrichen in den Hohlstein eingeschoben wird. Um mit

möglichst wenigen Formstücken auszukommen, ist die Form eines ungleichschenkligen Winkels geeigneter als die T-Form, weil mit jener nicht allein rechtwinklige Ecken gebildet, sondern auch Scheidewand rechtwinklig in gehörigem Verband angeschlossen werden können, wie aus Fig. 5 auf S. 97 zu ersehen ist.

Das verminderte Eigengewicht und die geringe Wärmedurchlässigkeit dürfte die Hohlsteine aus Cement und Eisen besonders geeignet machen zum Ausbau weit vorspringender Erker, wie sie immer mehr in zahlreichen Etagen übereinander zur Belebung der Façaden und zur Erweiterung der Wohnzimmer sowohl als aus Rücksicht auf die Schaulustigkeit einer ehrbaren Hausfrau oder einsamer Töchter vor die Fronten gekragt werden. Auch die besondere Brauchbarkeit der Monier-Decken und Fussböden für diesen Fall mag hier nachgeholt werden.

Eigens hervorzuheben ist noch die Schnelligkeit der Bauausführung mit Cement-Eisen-Steinen in Folge ihres grossen viel auf einmal deckenden Raum-Inhaltes und der Ersparung des Putzes im Innern und Aeussern. Giebt man einer Ansichtsfläche jedes Steines gleich in der Fabrik das Aussehen von Kunstsandstein oder durch gleichmässiges Auftragen von gefärbtem Cementmörtel einen dauerhaften Farbenton, so kann auch noch der Anstrich des Aeusseren erspart werden.

In Berücksichtigung alles dessen darf wohl auf die Monier-Hohlsteine dasselbe angewendet werden, was Gottgetreu in seinem schon mehrfach genannten Handbuch „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien“, 3. Aufl., Bd. 2, S. 358 von den Vollsteinen aus Stampfbeton sagt:

„Es ist offenbar, daß die Möglichkeit, für mäßige Kosten ununterbrochene Steine zu bilden, welche so hart sind wie der beste natürliche Stein, dabei wasserdicht, unempfindlich gegen die Einflüsse der Witterung, für die Kunst zu bauen ein kräftiges Element werden muß, das seinesgleichen bei den gewöhnlichen Mauerungsmethoden nicht hat.“

Zum Schluss dieses Kapitels sei endlich noch als Beispiel einer selbstständigen in sich geschlossenen Wand- und Deckenbildung aus einem Stück der Musikpavillon für die Rennbahn zu Hoppegarten in Abb. 20 auf S. 100 dargestellt. Aus den beigegebenen Details und dem Grundriss der Tribüne sowie aus den Maasszahlen von Höhe und Durchmesser der Muschel gehen zur Genüge die Abmessungen des Baues und die Art seiner Ausführungen hervor. Im Vergleich zu den gemauerten Musiktribünen grösserer Badeorte darf man mit Sicherheit auf eine bessere Resonanz bei Anwendung so dünner, elastischer und organisch gefügter einheitlicher Wandflächen rechnen, wie es die aus Eisenrippen mit Cementumhüllung sind.

Die Ausführung nach dem Entwurfe des Architekten Herrn Ludolff soll im Frühjahr 1887 erfolgen.

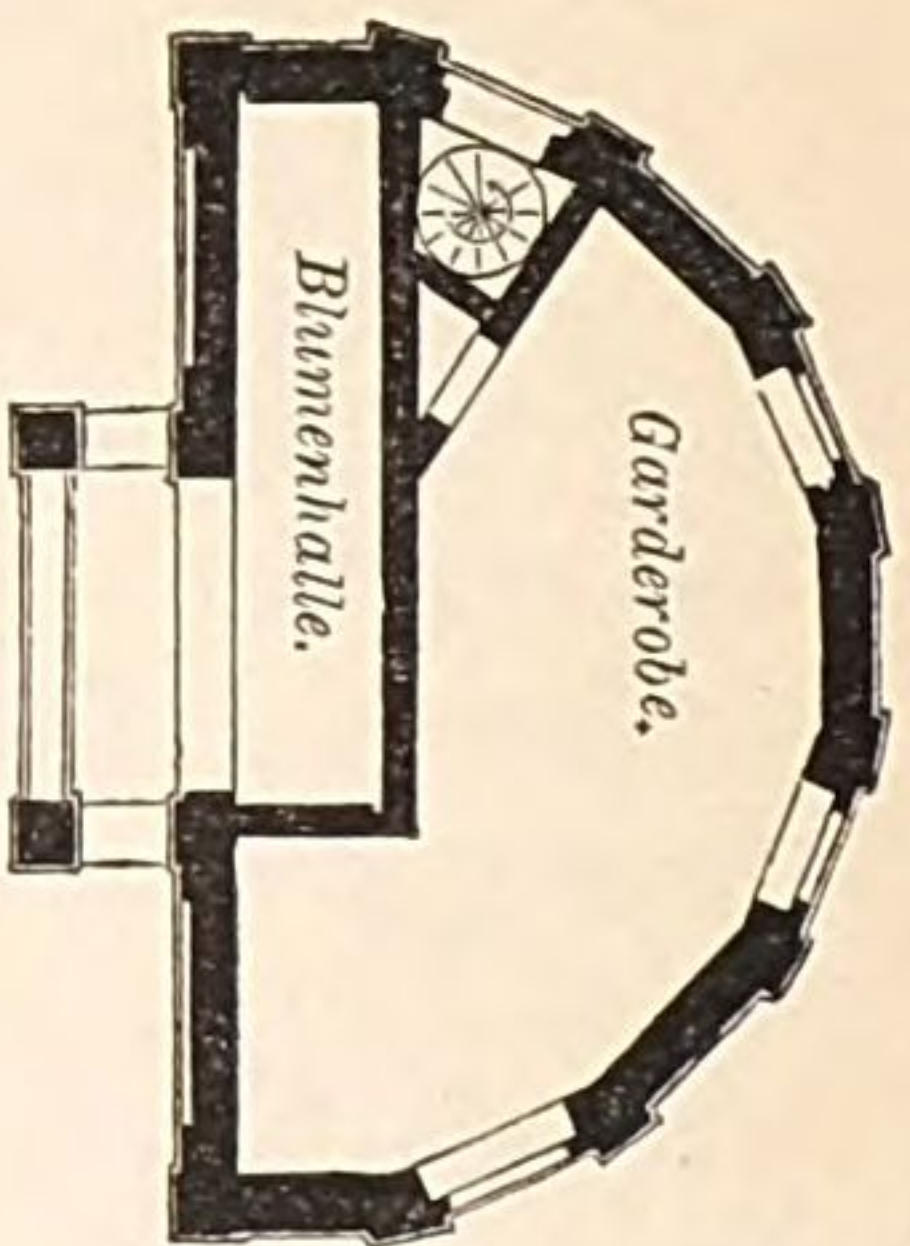
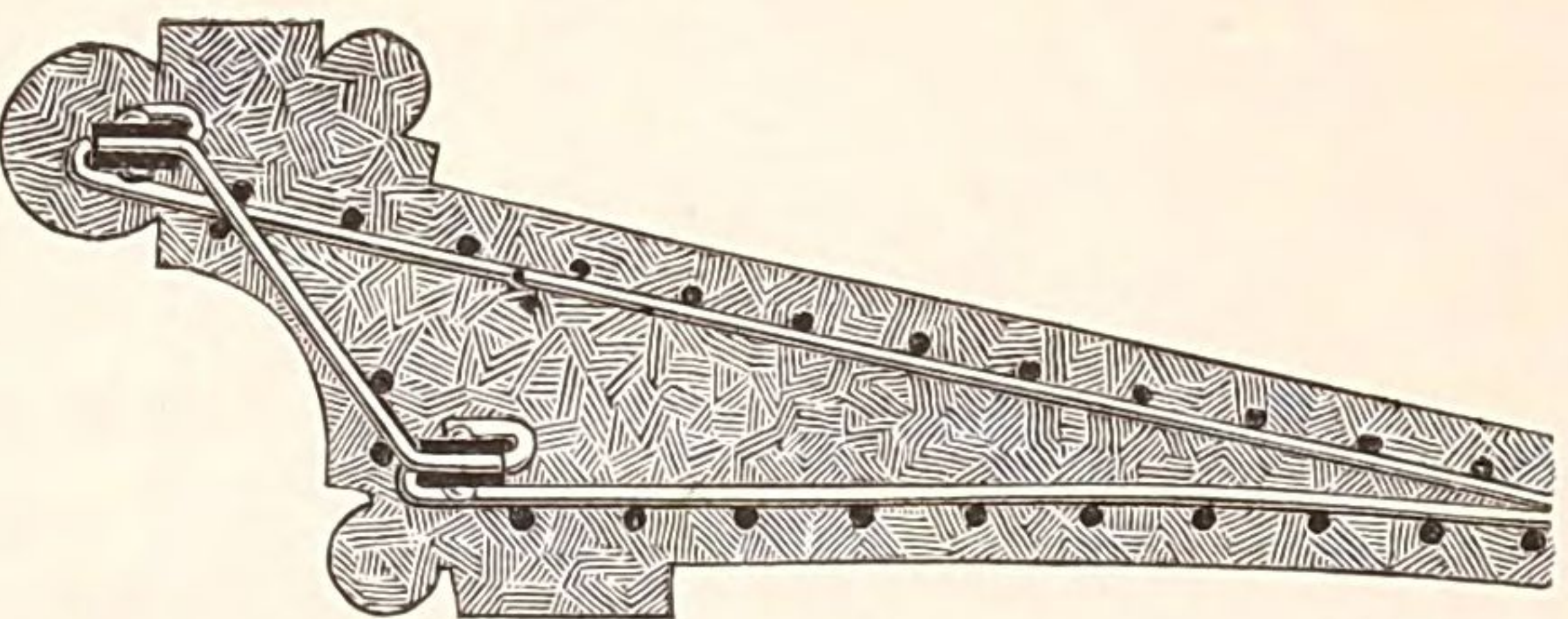
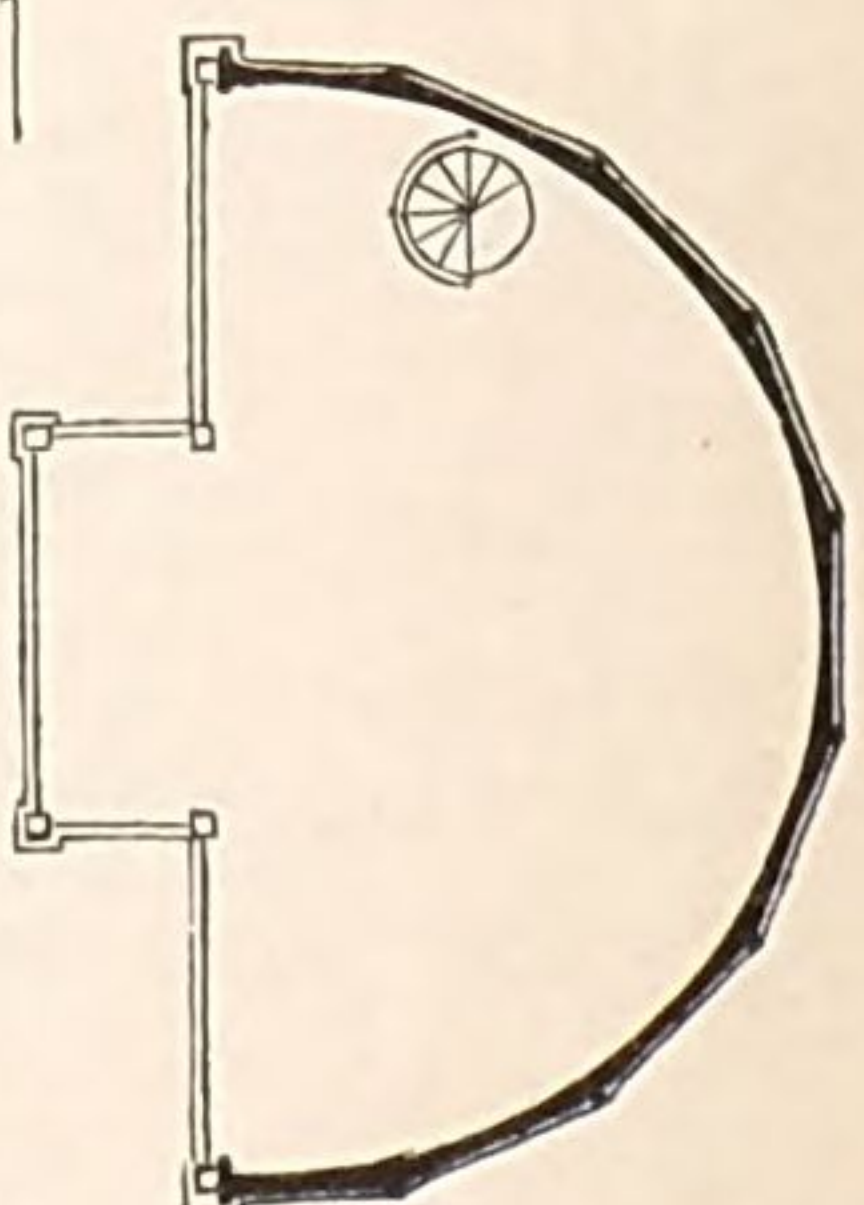
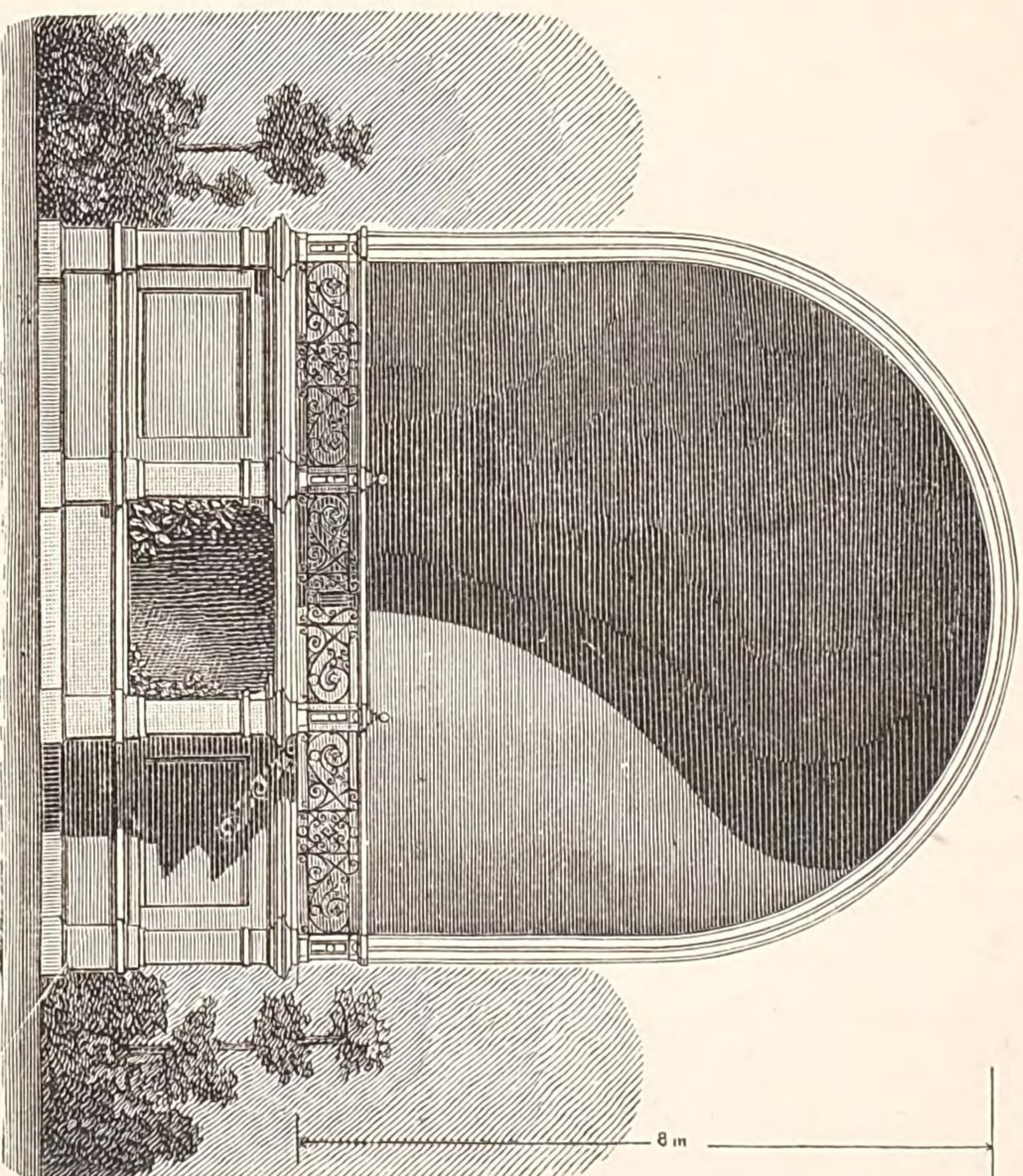


Abb. 20.
Musik-Pavillon für die Rennbahn
in Hoppegarten.

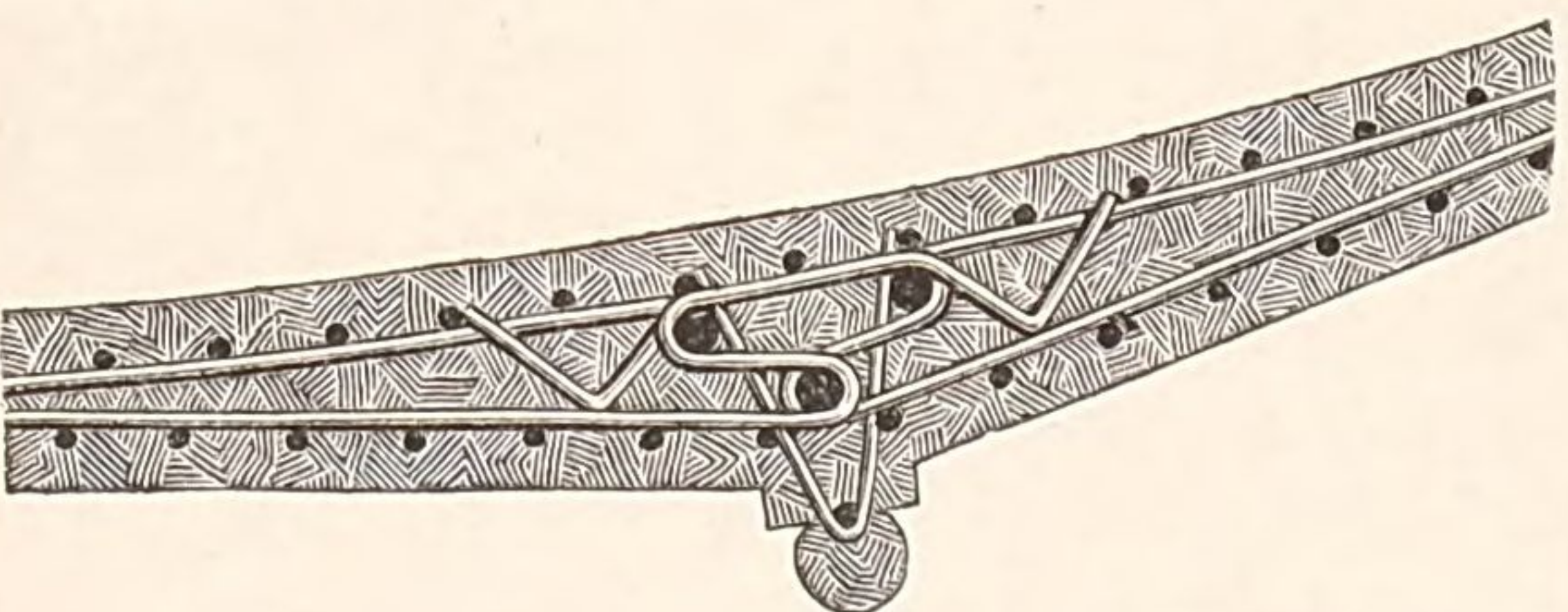
4 m R.



Detail des Stirn-
rahmens.



8 m



Detail der Verstärkungs-
rippe.

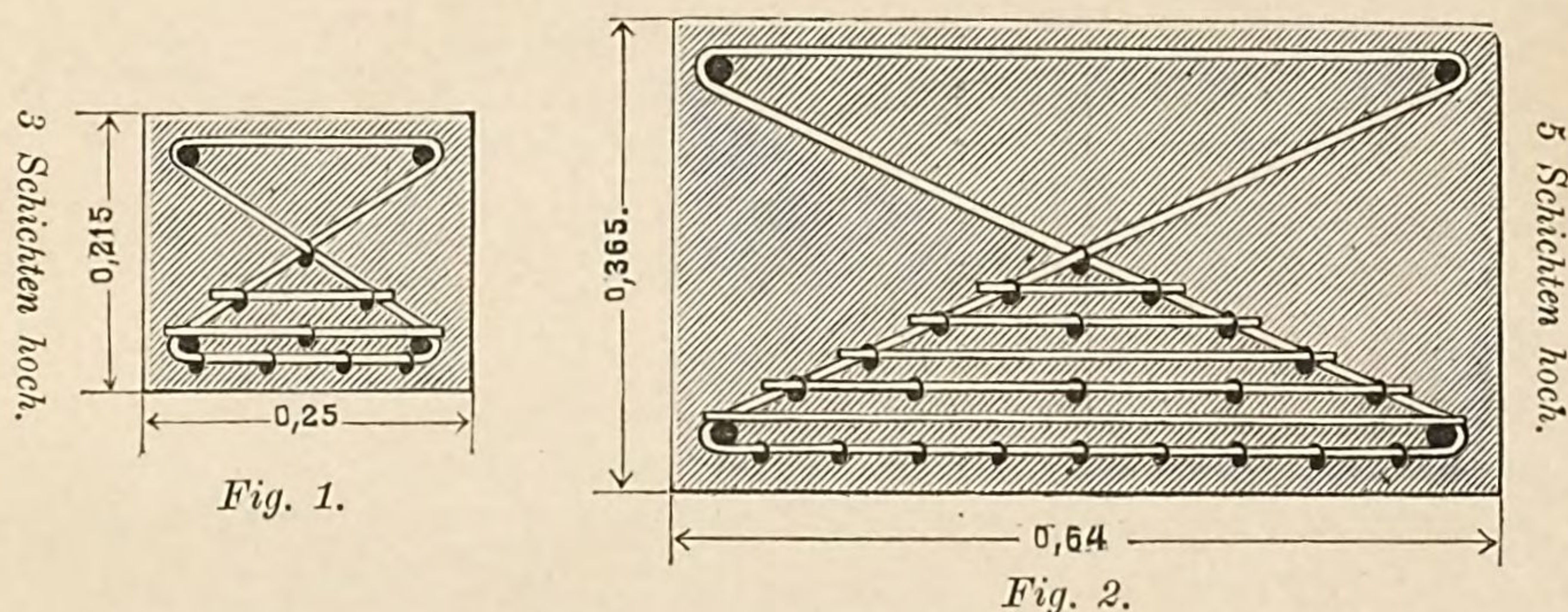


Architekt Ludolf-Hannover.

F. Thür- und Fenstersturze.

Die Einfachheit der Herstellung von Thür- und Fensterflügeln mit geradem Abschluss so gut wie die Gewöhnung an Formen der antiken Bauweise mit Steinbalken haben dahin geführt, die Maueröffnungen gradlinig abzudecken, auch wenn die Oeffnungen in Bruch- oder Backsteinen überwölbt werden müssen. Seit Einbürgerung des Walzeisens hat man die Umständlichkeit des Wölbens und die Unsolidität der Ausfütterung des Bogensegmentes mit Backsteinen auf Holzzargen oder Deckbohlen durch Verwendung von Eisenbahnschienen oder I Eisen zur Bildung gerader Sturze zu vermeiden gesucht oder war da, wo Balken sich nicht anders als auf einen Sturz legen liessen, geradezu genöthigt, Walzeisen zur Aufnahme der Einzellast über die Oeffnung zu strecken, wenn die Konstruktionshöhe zum Wölben tragfähiger Gurte fehlt. Aber auch das Aussetzen und Umkleiden der Eisenschienen mit angemörtelten Backsteinen kann nicht als konstruktiv vollkommen angesehen werden. Bei der grossen Tragfähigkeit, die an Monierplatten von nur 9 cm Dicke und zweckentsprechender Eiseneinlage (vergl. S. 51) nachgewiesen ist,

Abb. 21.



liegt der Gedanke nahe, nach dem gleichen System Thür- und Fenstersturze für gewöhnliche Spannweiten in der Weise zu konstruiren, wie Fig. 1 u. 2 der Abb. 21 es veranschaulichen.

Es ist bei Bestimmung der Abmessungen wohl nur Rücksicht auf den Backsteinbau zu nehmen, weil da zum Anlegen der Gurtbögen schon besonders geschulte Arbeiter nöthig sind und das Verhauen der Backsteine zum Anschliessen der wagerechten Schichten an die Bögen und später zur Ausfütterung der Bogensegmente viel Material und Zeit kostet, während die Maurer in bruchsteinreichen Gegenden das Zuhauen des Materials gewöhnt sind und nur durch das Aufstellen einfacher Lehrbögen sich aufgehalten sehen. Immerhin wäre es auch da für den Bauunternehmer von Vorthail, in Zukunft bei Verwendung von fertigen Sturzen ein leicht vergängliches Lager von Lehrbögen entbehren zu können. — An grösseren Orten aber, in denen ausschliesslich der Backsteinbau geübt wird, darf die Möglichkeit, die zahlreichen Oeffnungen

— wenigstens im Innern durchweg — auch gleich mit der Aufführung des vollen Mauerwerks ohne Umstände durch fertig zu verlegende Bausteine des Monier'schen Systems überdecken und zu Zeiten von Strikes selbst mit weniger geübten Leuten fortarbeiten zu können, voraussichtlich auf Erprobung rechnen. Daraus würde eine ausgedehnte Fabrikation von Sturzen hervorgehen, die sich in ihren Abmessungen den üblichen Wandstärken, Spannweiten und Belastungen anpassen.

G. Säulen und Säulenummantelungen.

Bei der Belastungsprobe in Berlin, die auf S. 48 u. 49 dargestellt ist, wurden zur Aufnahme des Treppengewölbes auch 2 Säulen nach System Monier hergerichtet, die den grössten Theil des Gewölbes sammt seiner Belastung mit 5250 kg. getragen haben, ohne zu biegen oder gar zu brechen. Bevor indess weitere Versuche die Verwendbarkeit der Moniersäulen als selbstständige belastungsfähige Stützen werden dargethan haben, sollen nur die Säulenummantelungen aus versteiften Eisenspiralen mit Cementumhüllung besprochen werden.

Die Verordnung des Königl. Polizei-Präsidiums zu Berlin, welche für alle gusseisernen Säulen eine Umkleidung mit Schmiedeeisen oder Mauersteinen vorschreibt, weil Gusseisensäulen sich bei Brandfällen als sehr gefahrbringend erwiesen haben, veranlasste bereits mehrere Fachleute zu der Anfrage, ob die Berliner Baupolizei auch die Ummantelung nach System Monier als abnahmefähig ansehe. Daraufhin ist bereits bei dem Königl. Polizei-Präsidium die Genehmigung zur Bekleidung der gusseisernen Säulen mit Cement auf Drahtspiralen ganz allgemein beantragt worden und wird voraussichtlich erfolgen, weil die Brandproben vor Beamten der Berliner Baupolizei im August 1886 und die Breslauer Versuche (vergl. S. 58, 59 u. 63 d) für den vorliegenden Zweck noch mehr als die Brandprobe in Nippes die Feuerbeständigkeit der Monierkonstruktionen unzweifelhaft dargethan haben. — Es bedarf ferner keiner langen Erörterung, dass eine Ummantelung nach System Monier als einheitliches Ganzes jedem Anprall weit besser zu widerstehen vermag, als ein zusammengemauerter dünner Mantel aus Backstein-Ringplatten oder selbst eine schmiedeeiserne Verkleidung, die im Feuer glühend wird, sich verbiegt und an den gusseisernen Kern anlegt, die Erhitzung also doch auf denselben überträgt und zwar äusserst ungleichmässig. Keine Ummantelung wird eine dem Feuer ausgesetzte Säule gegen starke Erwärmung vollkommen schützen können, aber ein Moniermantel, der in der Gluth keine Verkrümmungen erleidet, vermag am ehesten tragend mitzuwirken, wenn die Tragfähigkeit der Gusseisensäule unter starker Erwärmung eine Einbusse erleidet.

In Bezug auf die architektonische Ausbildung des Säulenmantels kommt hinzu, dass sich die erwünschten Gliederungen durch ungefähre Anpassung des Geflechtes an das Profil sowohl als durch die Bildsam-

keit der Cementumhüllung haltbarer als in Backsteinverputz und in einfachen Formen nach rotirenden Schablonen auch leicht genug herstellen lassen, während bei reicher Anwendung von Schmuckformen die bedeutende Adhäsion des Cementes das beste Bindemittel für aufzusetzende Ornamente ist.

Bei Prachtbauten, in denen das Eisen schon aus stylistischen Rücksichten nicht gern gezeigt wird, sondern nur die Rolle des Knochengerüsts der Bauglieder zugewiesen erhält, wie das seiner Feuerempfindlichkeit wegen nun wohl immer mehr auch bei blossen Nutzbauten geschehen wird, ist es üblich, die gusseisernen Säulen im Schaft mit einem Stukko-lustro-Mantel zu bekleiden, der bisher auf einem Gerippe von doppelt gerohrten Latten hergestellt wurde. Da nun der Untergrund für Stukko-lustro so wie so am besten unter Anwendung hydraulischen Kalkes gefertigt wird, so ist die Ummantelung der Säulen nach System Monier auch für solche Zwecke nur eine Verbesserung der Ausführungsweise.

Die Bekleidung gusseiserner Säulen in einfachen Formen nach Monier'scher Weise ist später bei dem Entwurf eines Fabrikgebäudes mit shedförmigem Dachtlicht unter dem Kapitel der zusammengesetzten Konstruktionen dargestellt.

H. Treppen und abgetreppte Sitzreihen.

Die schon in der allgemeinen Besprechung der Cement-Eisen-Konstruktionen behandelte Leichtigkeit der weit spannbaren und äusserst tragfähigen Moniergewölbe, ihre frühzeitige Belastungsfähigkeit, grosse Elastizität und geringe Schubwirkung, lassen erkennen, dass sie bei der Konstruktion grosser lichter Treppenhäuser auf steigenden Kappen und schlanken Säulenstützen vor allen anderen Gewölben den Vorzug verdienen.

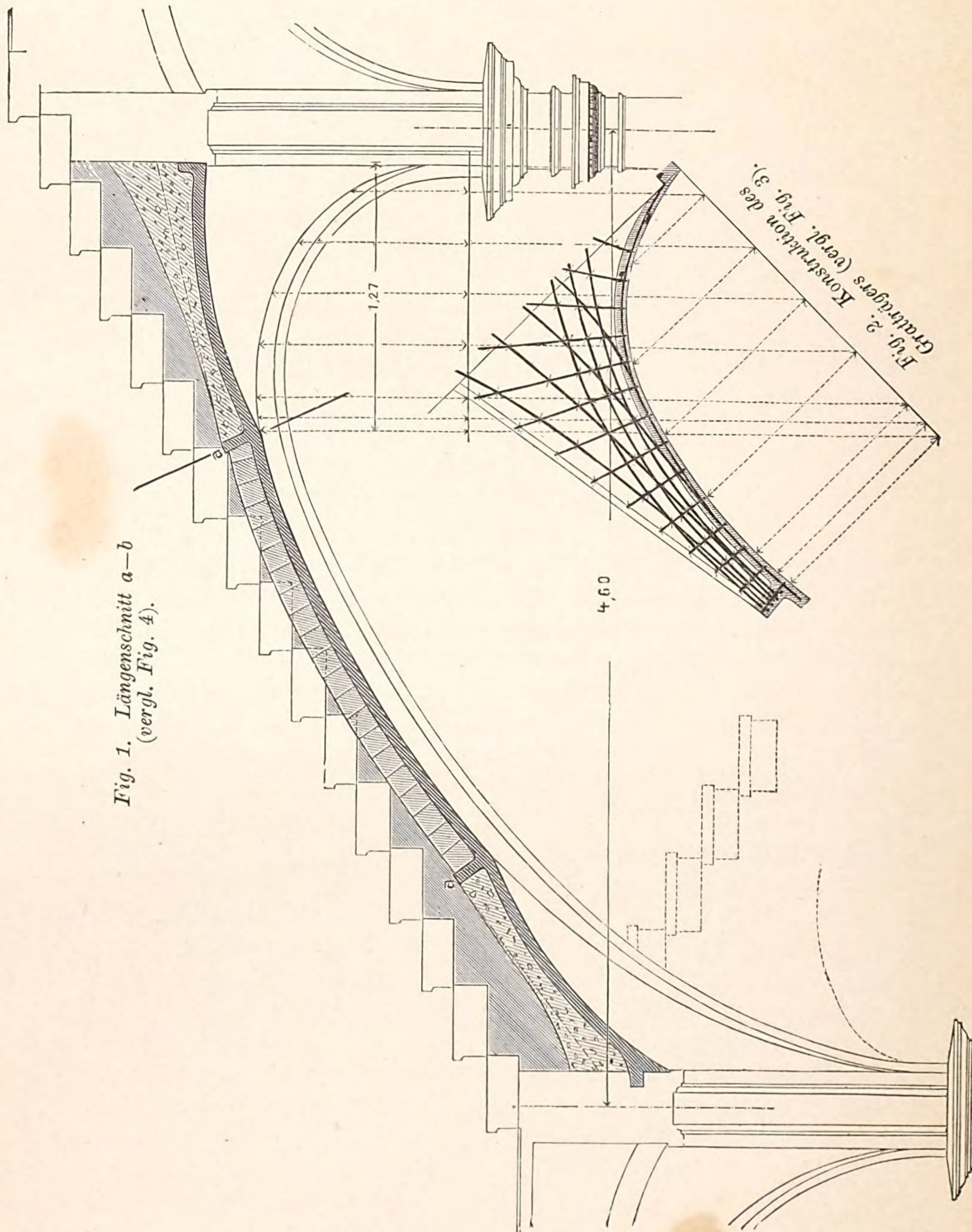
In dieser Anwendung sind bei dem Justizgebäude in Cöln Moniergewölbe bereits zur Ausführung gekommen, und man darf wohl annehmen, dass dieses Beispiel dahin führt, sie bei allen ähnlichen Treppenanlagen ausschliesslich zu verwenden.

Die Belastungsprobe für diese Gewölbe, welche vor Uebernahme der Ausführung in Berlin erfolgte, ist auf S. 48 u. 49 zur Darstellung gelangt. Die Anordnung der Treppenläufe, sowie die Einzelheiten der Konstruktion bringt die Abbildung auf S. 104 u. 105 in 5 Figuren. Zu ihrer Erläuterung muss noch bemerkt werden, dass die schraffirten Theile in den Durchschnitten die gegliederte Monierkappe mit ihrer Ausfüllung in Schwemmsteinen bzw. Konkretmasse und Backsteinen bezeichnen, während der besseren Unterscheidung wegen die Backsteingurtbögen und die aufgelagerten Granitstufen im Durchschnitt hell geblieben sind.

Bei Treppen einfacher Art, wo tragende Eisenwangen für die Konstruktion ausreichen, ist es das zweckmässigste, zwischen die Walz-

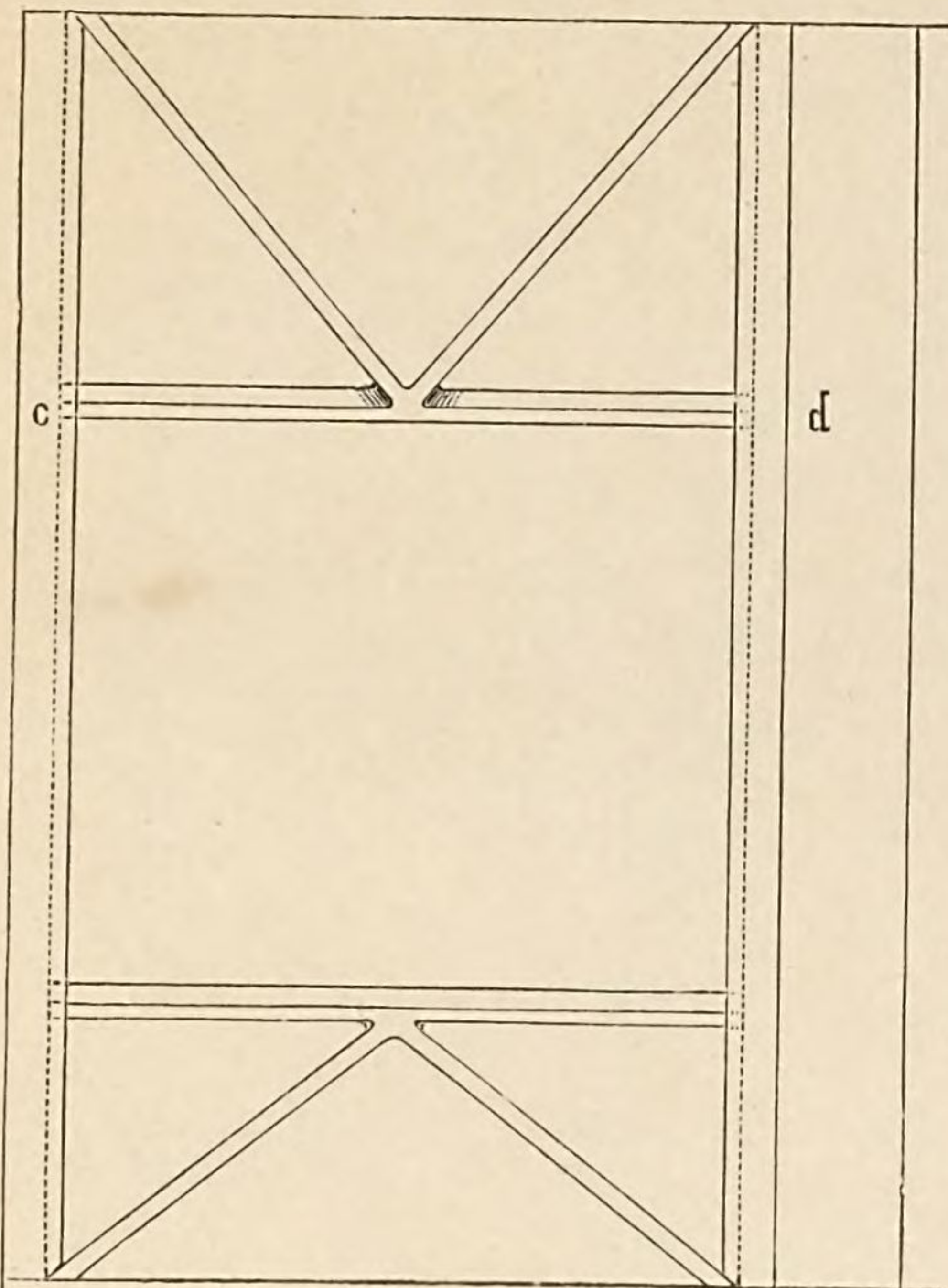
träger eine einfache Monierkappe zu spannen und darauf die Abtreppung in Beton herzustellen, wobei dann unter Verwendung von Granitsand zum Cementmörtel den Trittflächen noch besondere Härte und Dauerhaftigkeit verliehen werden kann.

Abb. 22. Gewölbekonstruktion zu 3 Läufen der Haupttreppe im Justizgebäude zu Köln.



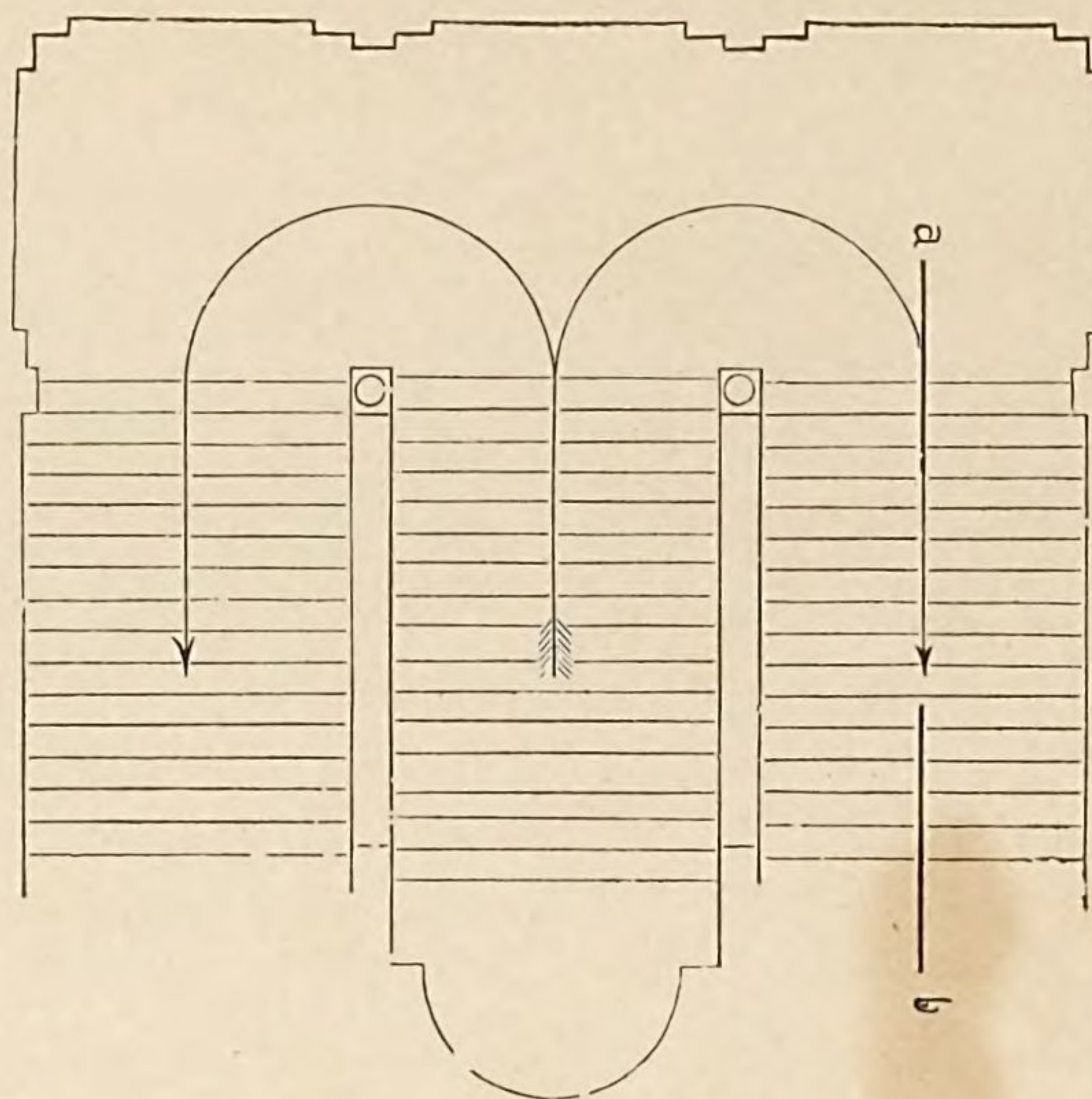
Soll die Treppe leichter werden ohne verbrennlich oder gegen Feuer empfindlich zu sein, so wird man bei den gewöhnlichen Laufbreiten von 1,0—1,5 m zunächst die walzeisernen I förmigen Wangen nach Monier'scher Weise umkleiden, nachdem man für die Befestigung der Geländersprossen durch Aufnieten von Gasrohrtüllen gesorgt hat, und

Fig. 3.



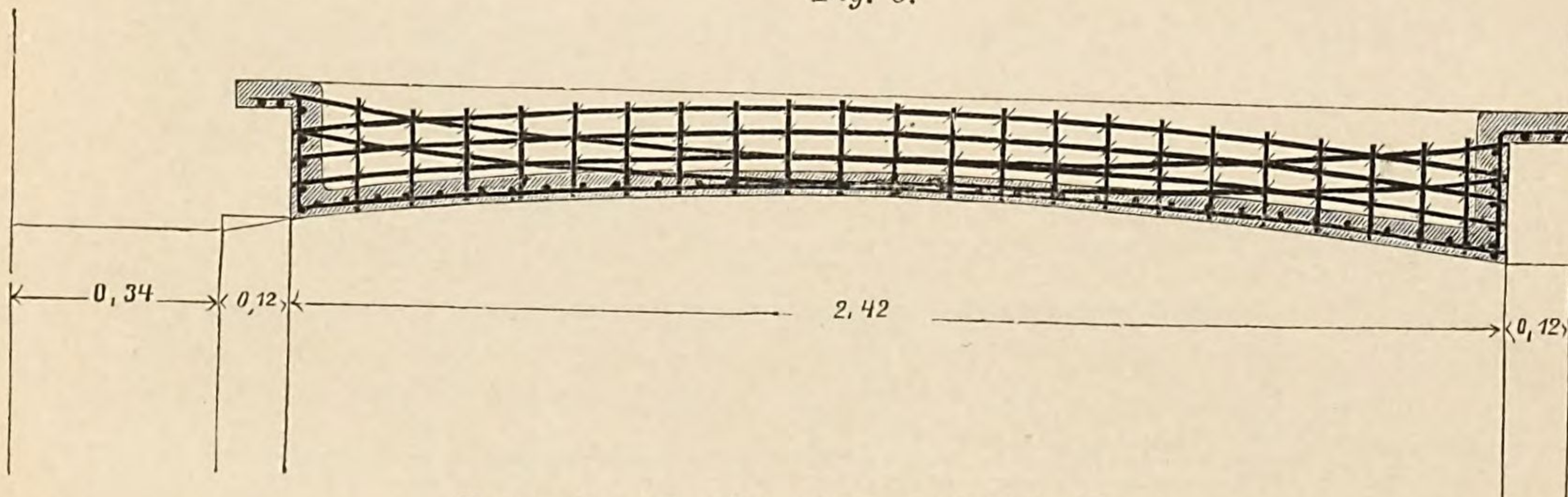
Aufsicht auf das Moniergewölbe
mit Quer- und Gratträger.

Fig. 4.



Grundriss.

Fig. 5.



Konstruktion der Querträger a a (vergl. Fig. 1).
Schnitt c—d (vergl. Fig. 3).

mit der Umkleidung zugleich in der Breite des umhüllten Trägers die Abtreppung der Wangen aus Eisengerippen und Cementbeton herstellen (durch Einstampfen des Mörtels zwischen abgetrepten Schalbrettern, die den Träger umfassen). Lässt man noch mehrere Drahtenden an den Stirnseiten der Abstaffelung vorläufig herausragen und bindet an diese

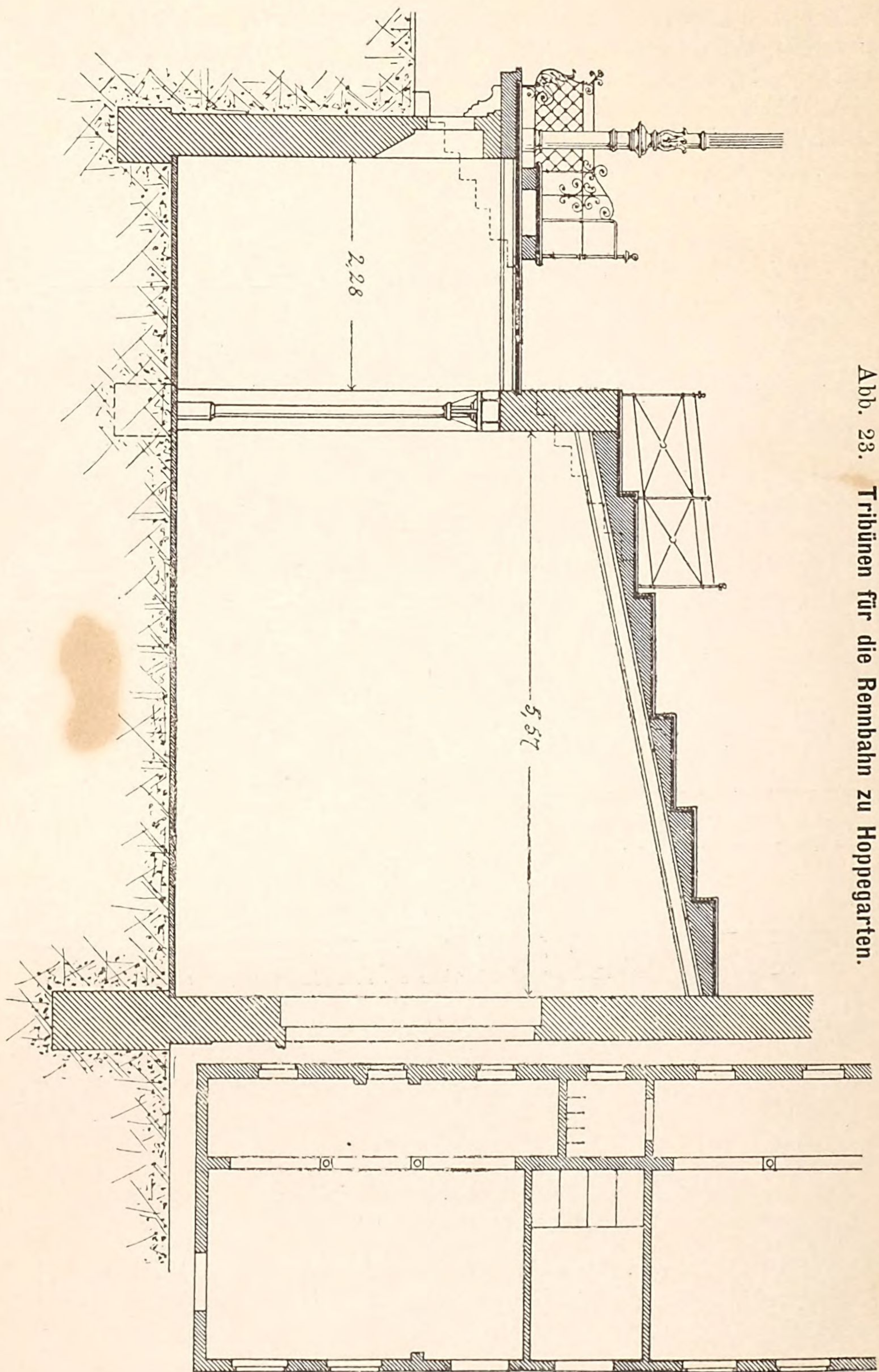


Abb. 23. Tribünen für die Rennbahn zu Hoppegarten.

Grundriss des Tribünen-Unterbaues.

hernach das Geflecht für die Setzstufen, so können dieselben gleichfalls mit den Wangen und Trittstufen in einheitlicher Verbindung geflochten und Setz- und Trittstufen gemeinsam gegen Unterschaltung mit Cementmörtel ausgedrückt und an der Oberfläche zweckentsprechend bearbeitet werden. — Kommt es auf Schnelligkeit der Ausführung an, so wird man auch vor der Verwendung zum Bau Tritt- und Setzstufen aus einem Stück nach den gegebenen Abmessungen in der Fabrik anfertigen und hernach auf den, wie eben beschrieben, mit Abtreppung versehenen Wangen in Cementmörtel versetzen können.

Bei freitragenden Steintreppen oder wie in dem Bau des Cirkus zu Leipzig bei Anwendung von Granitstufen, die auf Mauerwerk ihr Auflager finden, hat man statt der schweren Podestplatten aus Haustein doch den Abdeckplatten nach Monier's System zur Bildung der **Treppenpodeste** den Vorzug gegeben und wird das voraussichtlich immer thun, wo die Podeste zu bedeutende Abmessungen haben, um sie noch in natürlichem Stein zweckmässig überdecken zu können.

Schliesslich sei hier noch die Bildung **abgetrepter Sitzreihen** nach System Monier in einem grösseren Beispiel vorgeführt. Bei der Konstruktion der Rennbahn-Tribünen zu Hoppegarten — vergl. Abb. 23 auf S. 106 — ist auf Unterschaltung zwischen $\perp$ Träger von 1,12 m Abstand unter einander die Abtreppung durchgehend in Beton gestampft, weil es zugleich darauf ankam, eine glatte Deckenuntersicht zu gewinnen und die Tritte und Setzstufen aus Cement mit Eiseneinlage gegen einander zu versteifen. Wo sich eine ebene Decke schon durch die Bildung des Fussbodens von selbst ergab, ist — wie das die Abb. zeigt — einfacher Monierfussboden zur Anwendung gekommen.

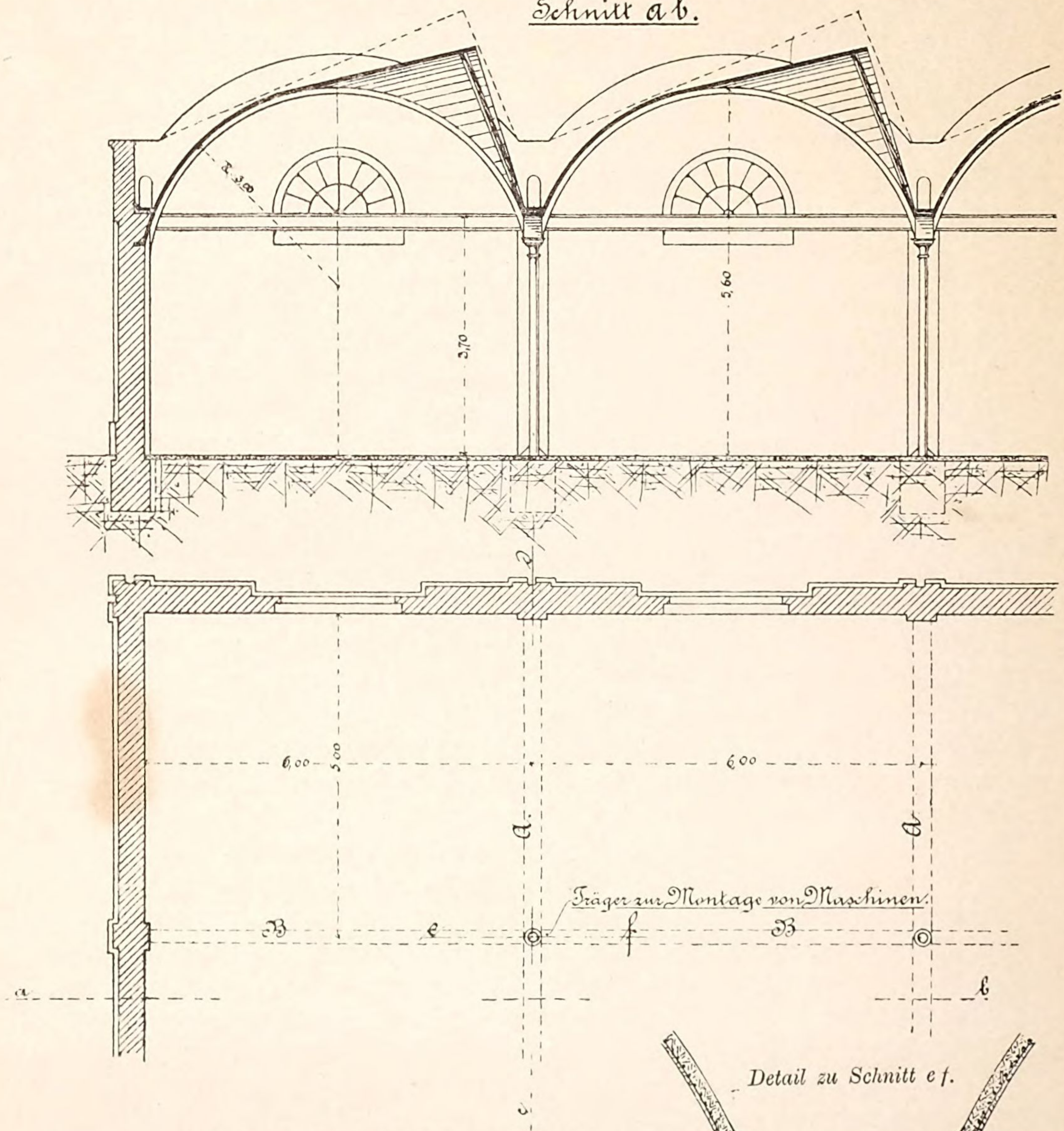
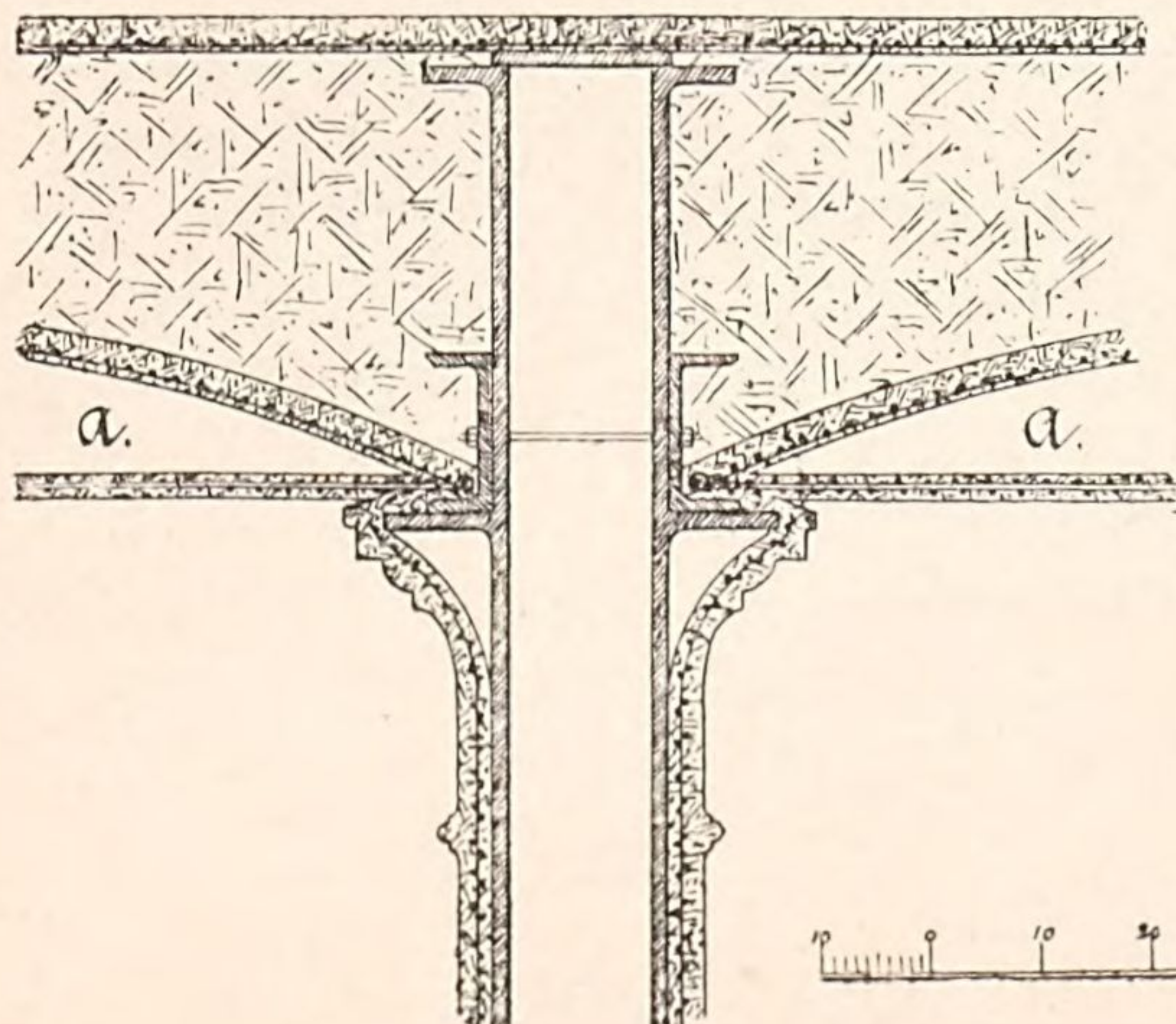
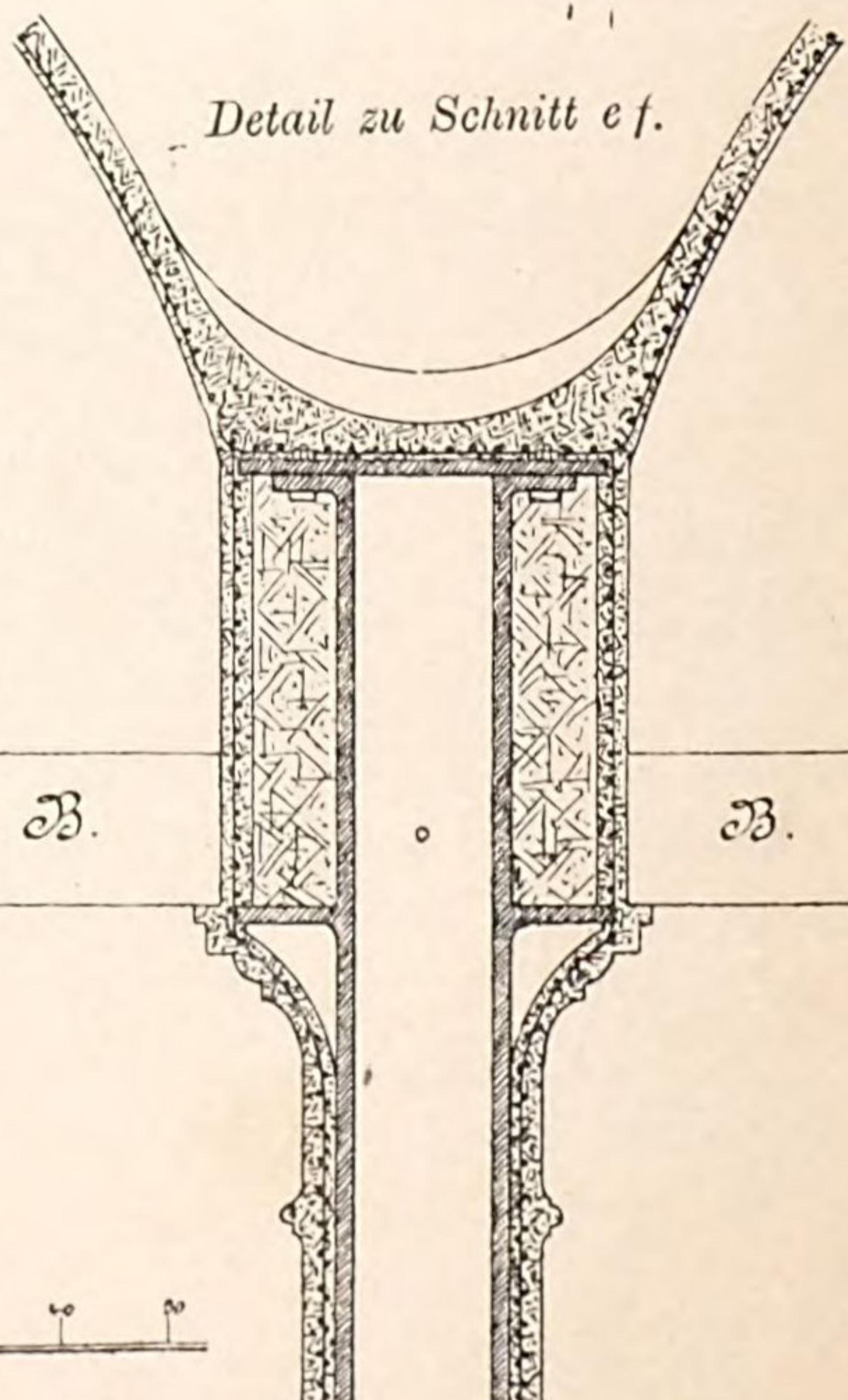
Bei Herstellung des abgetrepten Fussbodens in Holz, — wenn es gleichzeitig auf eine ästhetisch befriedigende Untersicht ankommt, wie unter Kirchenemporen, dürfte sich zur Aufnahme der Abtreppung als tragendes Gewölbe eine im Scheitel steigende Kappe empfehlen, deren Kämpfer auf den Unterflanschen wagerechter $\perp$ Träger aufsitzen. Eine solche Anordnung findet sich in Abb. 12 auf S. 84 angedeutet.

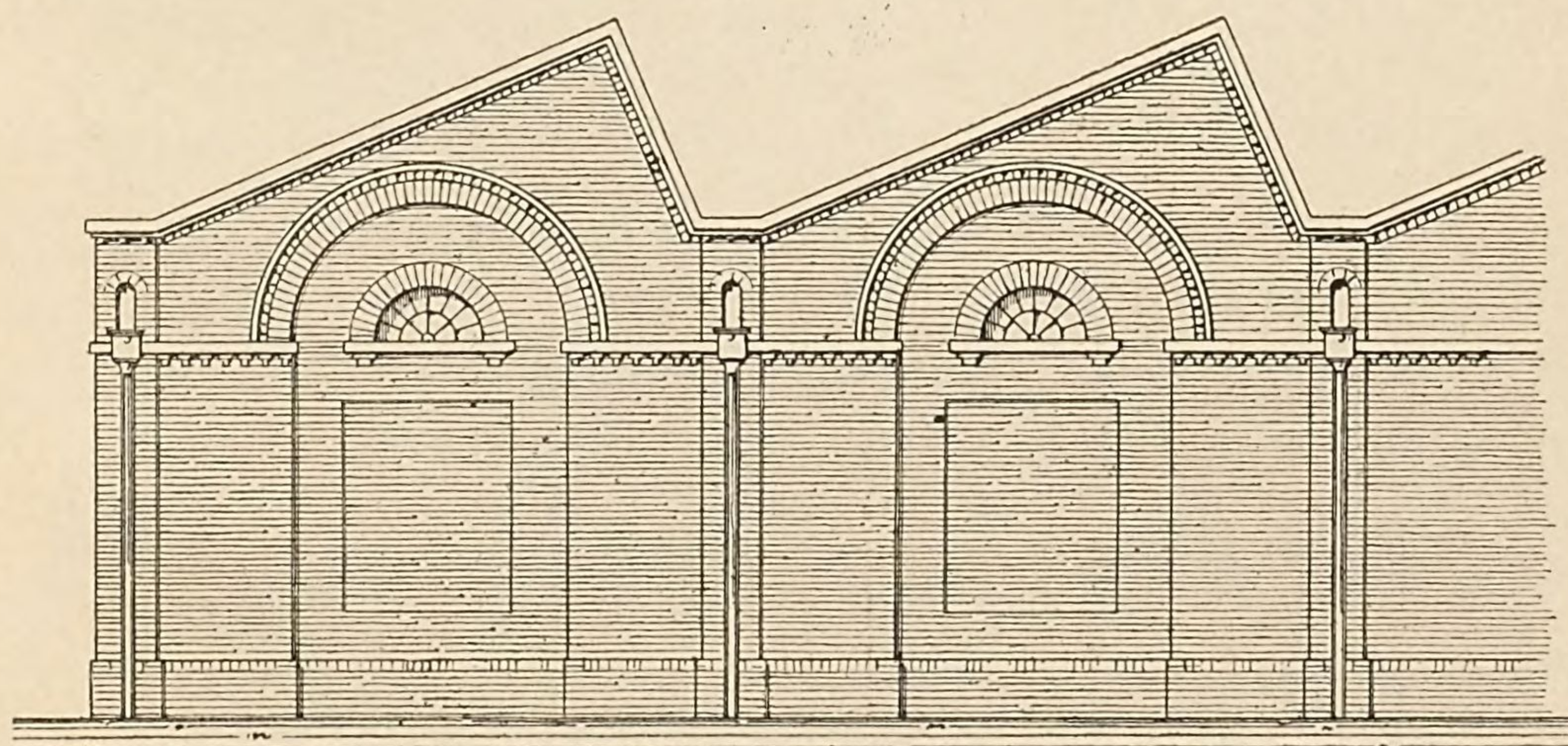
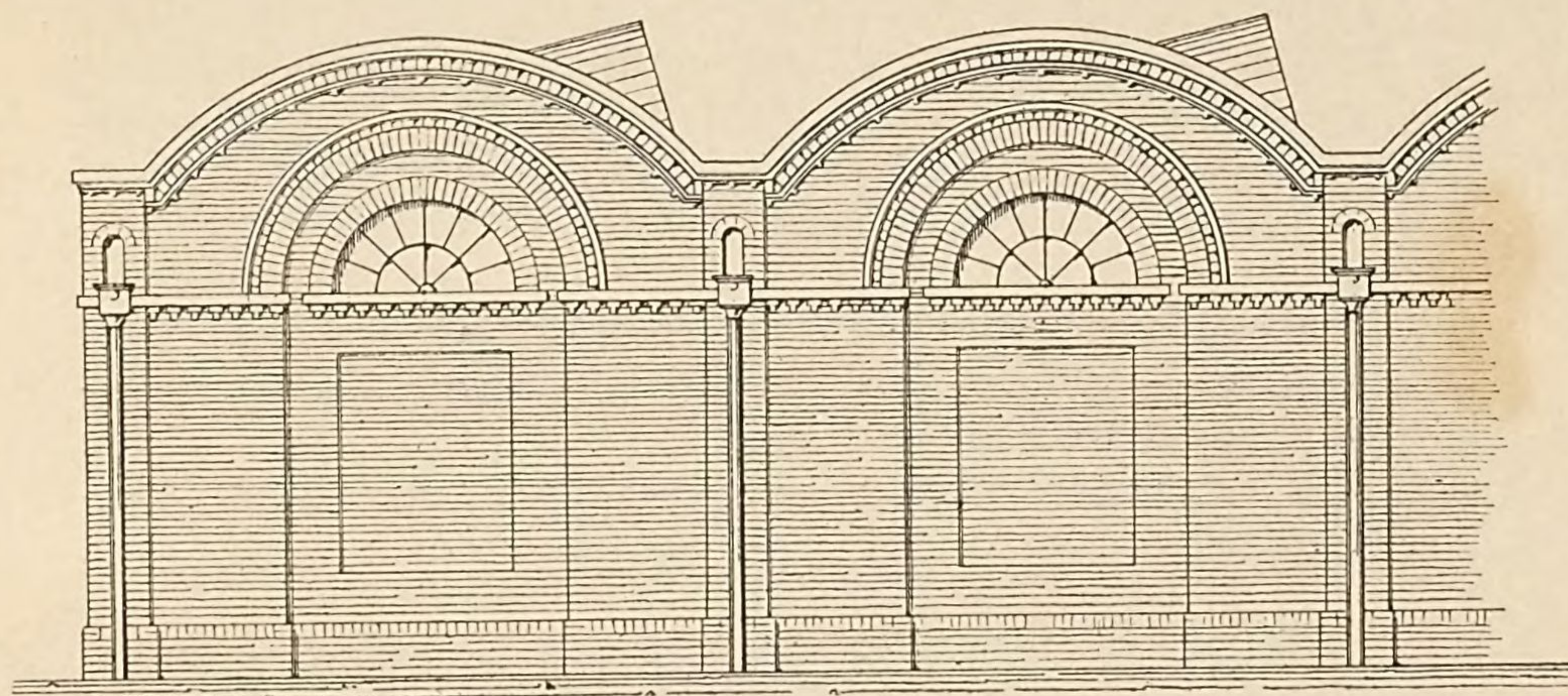
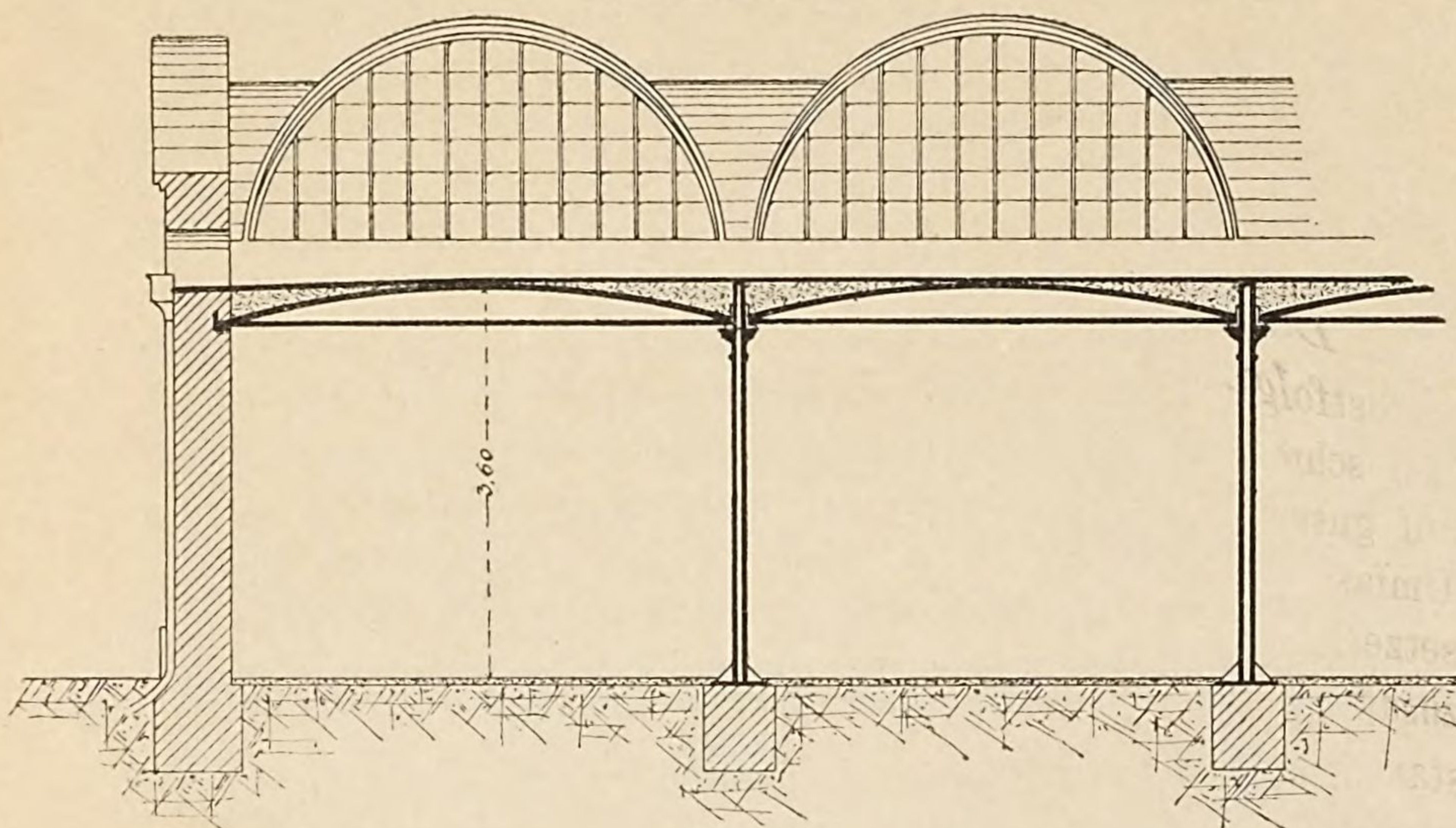
J. Zusammengesetzte Konstruktionen.

Die Vereinigung verschiedener Bautheile aus Eisenrippen mit Cementumhüllung zu einem Gebäude, bei dem sonst nur noch Backstein zu den Umfassungsmauern, Gusseisen zu den Mittelstützen und Walzeisen zu dem Montagegerüst von Maschinen in Anwendung kommt, wenn man die Verwendung von Glas und Eisen zur Fensterbildung und die des Holzes zu Aussenthüren als selbstverständlich voraussetzt, zeigt sich am einfachsten in dem Entwurf zu einem Fabrikgebäude mit shedförmigem Dachlicht, wie er nachstehend auf S. 108 dargestellt ist.

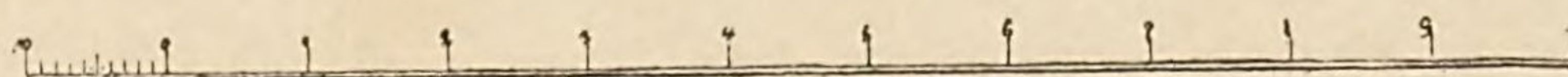
Der Grundgedanke des Entwurfes war der, einen Fabrikraum von grosser Ausdehnung aber gleichmässig guter Beleuchtung für Betriebs-

Abb. 24. Fabrikgebäude mit shedförmigem Dachlicht.

Schnitt a b.*Detail zu Schnitt c d.**Detail zu Schnitt e f.*

Schnitt c d.

Ansicht für den etwaigen Anschluss an bereits vorhandene Shedbauten.



stätten zu errichten, die zur ebenen Erde liegen müssen, und dabei alle Bauteile so zu konstruieren, dass ein ausbrechendes Feuer wohl die Glasscheiben zu sprengen und die Eisensprossen zu krümmen, aber sonst der Standfestigkeit des Ganzen wie der einzelnen Theile nichts anzuhaben vermag. Aus Rücksicht darauf ist das Shedlicht in eine Reihe von Bogenfenstern aufgelöst, von denen jedes mittels Stichkappe telescopartig in das Tonnengewölbe sich einsetzt, welches je ein Schiff des Fabrikraumes überdeckt und zugleich das Dach desselben bildet. Auf diese Weise verbleiben zwischen je 2 Bogenfenstern sich schnell verbreiternde Tonnenrippen (ein durch einen Gurtbogen verstärkter Theil einer Tonne), die in ihrer Gesamtheit das Dachgewölbe auf der geöffneten Seite stützen. Es ist also die Standfähigkeit des Daches unabhängig von der Haltbarkeit einer Glaswand und der Ausdauer dünner, zu einem Binder zusammengesetzter Zugbänder und Winkeleisen im Feuer.

Die geschlossene Seite eines Dachgewölbes und die geöffnete des nächstfolgenden finden ihr durchgehendes Auflager auf einem System von schmalen Gurten, die eine Axenweite von 5,0 m überspannend sich auf gusseiserne Säulen bzw. auf eine Säule und eine Wandvorlage der Umfassungsmauer stützen. Die etwa 38 cm breiten Gurtbogenbalken setzen sich aus einer schmalen Monierkappe und gleichbreitem Zugband zusammen, das der Feuerbeständigkeit wegen aus mehreren dünnen Zugstangen besteht, die durch kurze Querdrähte mit einer verbunden und mit Cementmörtel umhüllt sind. Auf den Säulenköpfen und den $\square$ Eisen aufliegend, die — während sie zugleich einen Längsverband abgeben — hauptsächlich die Wellenlager der Maschinen sollen aufnehmen können, ohne dass die Erschütterungen mehr als zulässig auf die Dachkonstruktion übertragen werden, umhüllen sie zugleich die Säulenverlängerung, welche die Abdeckung des Gurtbogenbalkens im Stoss der Balken unterstützt. (Vergl. die Details zu den Schnitten „c d“ und e f“ auf S. 108.) Zur Abdeckung des Säulenhohlraumes und zur bequemeren und vortheilhafteren Auflagerung der Drähte, welche in der Abdeckschicht liegend zugleich die Funktion einer durchgehenden Verankerung übernehmen sollen, ist auf den obersten Säulenrand eine etwa 35 cm lange und 20 cm breite Eisenplatte aufgelegt und mit ihm verschraubt. Die Abdeckschicht läuft mit Gefälle nach den Giebelmauern und rundet sich als Ueberführung des einen Dachgewölbes in das nächste zu einer Dachrinne aus, die das Regenwasser durch Bogenöffnungen der Giebelmauern hindurch in die Abfallröhren leitet, welche mitsammt den Abfalltrichtern gleichfalls aus Cement mit Eiseneinlage hergestellt zu denken sind. Der Raum über den Gurtkappenstreifen und zwischen den Seitenwandungen und der Abdeckung des Gurtbogensystems ist mit leichtem Füllmaterial in Cementmörtel schwächerer Mischung vollgebettet, um die Gurtbogentheile noch gegen einander auszusteifen. Die gusseisernen Säulen sind nach Moniers System ummantelt, wie das auf S. 102 bereits erörtert wurde.

Bezüglich der Gebäudeansicht eines solchen Shedbaues ist wohl anzunehmen, dass dem Architekten, der die Ansicht sachverständiger Kunstkritiker über die Schwierigkeit der Giebellösungen kennt, die neue Form des Daches im Vergleich zu derjenigen der alten Sheddächer mehr zusagen wird. Der Hauptlinie des Daches folgend erhält die Giebelseite jedes Schiffes naturgemäss bogenförmigen symmetrischen Abschluss, der in der Gesamtwirkung des ganzen Baues noch besser zur Geltung kommt als in einer geometrischen Ansicht, weil im natürlichen Anblick die in der Zeichnung noch sichtbare Stichkappenspitze wie das übrige Dach bei geeignetem Standpunkt des Beschauers verschwindet.

Für Fabrikbesitzer, denen es mehr auf die Uebereinstimmung der Neubauten mit den alten vorhandenen Gebäuden auf ihrem Grundstück als auf eine architektonisch richtige Gestaltung der Façade ankommt, ist eine zweite Ansicht gleich unter der ersteren beigegeben, durch welche die bisher ungebräuchliche Dachform mittels der üblichen spitzen ungleichseitigen Giebel verdeckt wird, wie es auch im Schnitt „a b“ durch punktirte Umrisslinien noch besonders angedeutet ist.

Eine Verminderung der Fensterfläche ist mit der Auflösung der Glaswand in einzelne halbrunde Fenster nicht nothwendig verbunden, da man ohne Schädigung der Festigkeit des Daches den Scheitel der Fenster-Stichkappen in tangentialer Fortsetzung der Dachbogenlinie beliebig steil ansetzen lassen, also das Fensterhalbrund beliebig überhöhen kann.

II. Anwendung der Monier'schen Konstruktionsweise im Ingenieurbauwesen.

Da fast alle vorher besprochenen Konstruktionen nicht allein von dem Hochbauer, sondern auch von dem Bauingenieur angewendet werden, obschon in anderen Abmessungen und zu anderen Zwecken, so sind hier — um Wiederholungen zu vermeiden — nur noch diejenigen Konstruktionen eingehender zu erörtern, die dem Ingenieurbauwesen ausschliesslich angehören, oder als Hochbauten doch nur zu Einrichtungen dienen, deren Anlage Sache des Ingenieurs ist. Es kommt ferner in Betracht, dass solche Bauobjekte des Systems Monier, welche in der Form nichts Neues bringen, sondern von dem Bisherigen sich nur in einzelnen Abmessungen unterscheiden, die aus der Festigkeit des vereinigten Cementes und Eisens rechnermässig abzuleiten sind, in einer Abhandlung der vorliegenden Art keiner besonderen Darstellung bedürfen.

Es wird deshalb Einzelnes nur kurz zu erwähnen sein und für Manches die schaubildliche Darstellung des Aeusseren genügen, wie sie in einem besonderen Anhang nach photographischen Aufnahmen fertiger Bauwerke von Eisengerippen und Cement gebracht wird.

A. Brücken mässiger Spannweite.

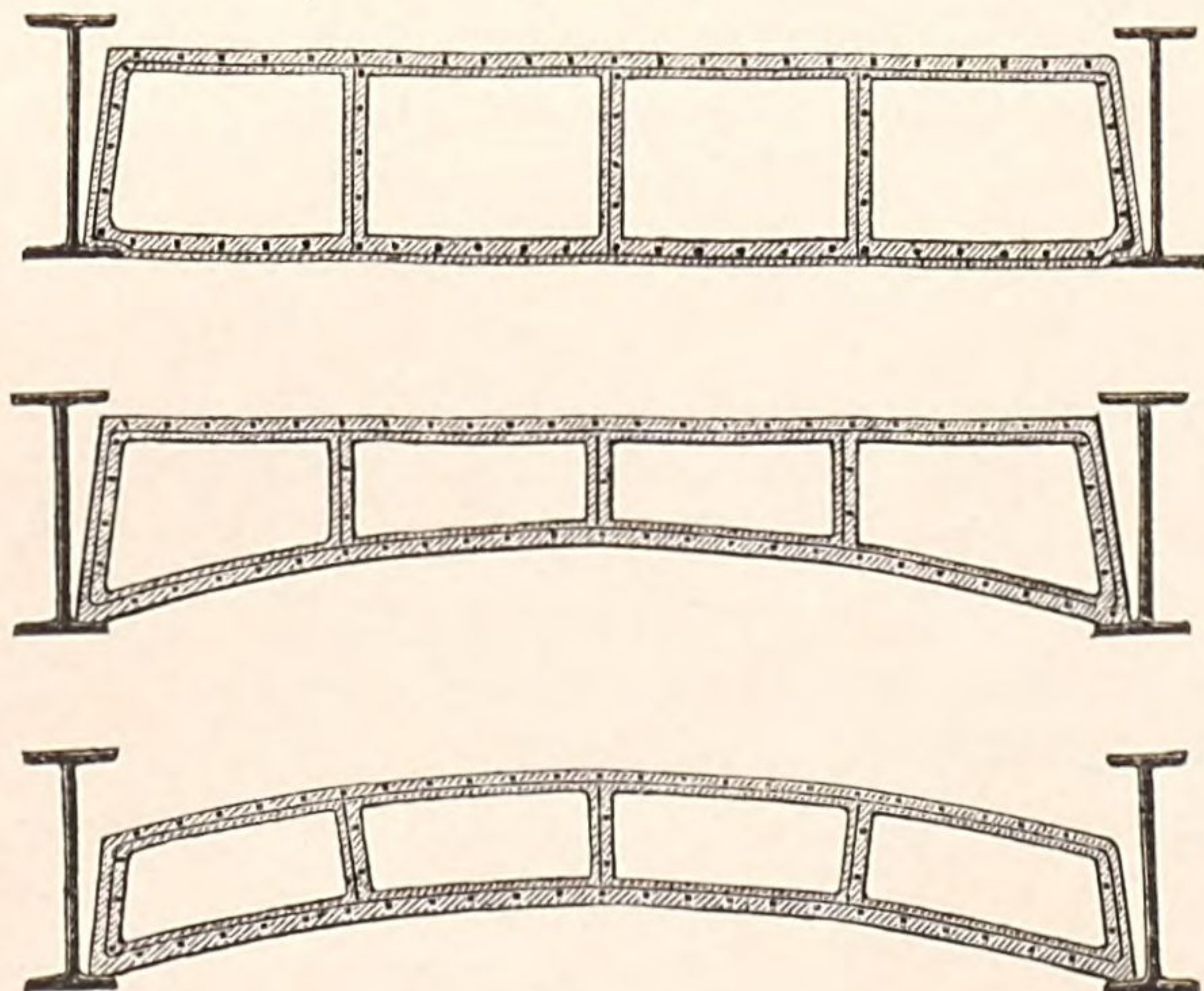
Als Eisenbahn-, Strassen- und Canal-Ueberführungen in solchen Spannweiten, über welche man noch mit dem Gewölbebau hinwegkommt, lassen sich Brücken ohne Zweifel mit Vortheil in Eisengerippen mit Cementumhüllung ausführen. Alle Vorzüge, die den Moniergewölben vor anderen eigen sind, ihre Leichtigkeit, ihr Auskommen mit geringen Widerlagern, ihre schnelle Benutzbarkeit, ihre Dichtigkeit, die Einfachheit ihrer Ausführung auch in schiefer Richtung und dem entsprechend ihre Billigkeit, empfehlen die Anwendung des Systems bis zu Spannweiten, die nur mit Hülfe mächtiger Eisenkonstruktionen noch überbrückt werden können.

Eine Dorfbrücke, von 16,5 m lichter Weite und 4,0 m Breite der Fahrbahn, ausgeführt im Schlossparke zu Chazelet, bringt in einer Aufnahme nach der Natur die Abbildung auf S. 128. Auch das Brückengeländer ist in Cement mit Eiseneinlage hergestellt und zwar aus Rücksicht auf die Umgebung als Imitation eines Geländers aus rohen Baumzweigen. Einer Liebhaberei kann diese Verleugnung des wahren Materials wohl nachgesehen werden, um so mehr, als die Eigenart desselben noch erst der Erfindung neuer künstlerischer Formen harrt.

B. Fusswege und Fahrbahnen auf Brücken grösster Spannweite.

Auf Brücken mit grossen Spannweiten, wo das Eisen allein sich zur Anwendung eignet und nur des bestmöglichen Schutzes gegen Rost bedarf, um sich hier als vorzüglichster Baustoff zu bewähren, kann sich

Abb. 25.



die vortheilhafte Anwendung der Eisen-Cement-Verbindung nur auf die Konstruktion der Brückenabdeckung erstrecken. Dauerhafter als Eisenwellblech oder als eiserne Buckelplatten und leichter als voller Beton und massives Steinmaterial, und dabei fähig, sich der Konstruktionshöhe einfach und ohne Ueberpackung anpassen zu können, verdient unzweifelhaft eine Brückenabdeckung in

Monier'scher Weise den Vorzug vor anderen Brückenbelag-Arten, die entweder schnell vergänglich sind, wie Holzbohlen, oder andernfalls

durch ihr grosses Gewicht wesentlich zur Vermehrung der erforderlichen Eisenquerschnitte bei grossen Spannweiten beitragen.

Wie sich ein Belag aus Querbalken in Cement mit Eiseneinlage speciell nach Monier gestaltet, veranschaulicht die Abb. 25, die auch für die Bildung von Decken und Podesten neue Formen liefert, da die Konstruktion der Abdeckungen sich immer gleich bleibt, selbst wenn sie den verschiedenartigsten Bauwerken angehören.

C. Schleusenthore und Sperrvorrichtungen der Wehre.

Im ganzen Gebiet des eigentlichen Wasserbaues spielt der reine Beton eine ebenso grosse Rolle, wie das Eisen beim Brückenbau. Hier ist nicht nur die Wasserdichtigkeit, sondern auch die Massigkeit des Cementbetons von Werth, es kommt also die Ersparniss an Materialmengen, wie sie durch die Einlage von Eisen in den Cementbeton erzielt wird, nur in Betracht, wo bisher zu den Bautheilen an Wehren und Schleusen Holz oder Eisen verwendet wurde.

Die Vergänglichkeit beider Materialien an Stellen, wo sie bald im Wasser bald in der Luft sich befinden, muss dazu führen, sie durch geeignete Baustoffe zu ersetzen, die sich ausserdem ebenso leicht den Anforderungen anpassen lassen, die an solche Konstruktionen wie Schleusenthore und Sperrvorrichtungen der Wehre gestellt werden. Nach dem bereits Mitgetheilten bedarf es der weitem Erläuterung nicht, um die Herstellung von Thorflügeln und beweglichen Platten aus Eisengerippen mit Cementumhüllung zu erörtern, die dem Wasserdruck sicher widerstehend, weder rosten noch faulen und dabei nicht schwerer zu drehen sind wie die bisherigen Absperrvorrichtungen.

D. Kanäle und Rohrleitungen.

Bei der Besprechung des „Systems Monier“ in seiner Anwendung auf das Ingenieurbauwesen (vergl. S. 25) sind die Vorzüge der Monier-Röhren und Canalleitungen in fortlaufender Strecke ohne besondere Zusammensetzung aus einzelnen Stücken bereits angegeben. — Ueber die Druckfestigkeit auch der zusammengesetzten Röhren bei Wandstärken von 3—4 cm und Lichtweiten von 0,50—1,0 m berichtet das Berliner Belastungsprotokoll auf S. 45, 47 und 50, während auf S. 33 die Theorie cylindrischer Röhren gegeben ist.

Die Anlage eines Canals von 400 m Länge und 1,50 m Rohrweite in Offenbach a. M. bringt in schaubildlicher Darstellung S. 123.

E. Einrichtungen städtischer Kanalisation.

Die nachstehenden Abbildungen eines **Gullys** und seiner Konstruktionstheile in bekannter Form, nur unter Anwendung des Cementes mit Eiseneinlage zu den Wandungen, bedürfen für den Fachmann keiner

Fig. 1—6. Gully.

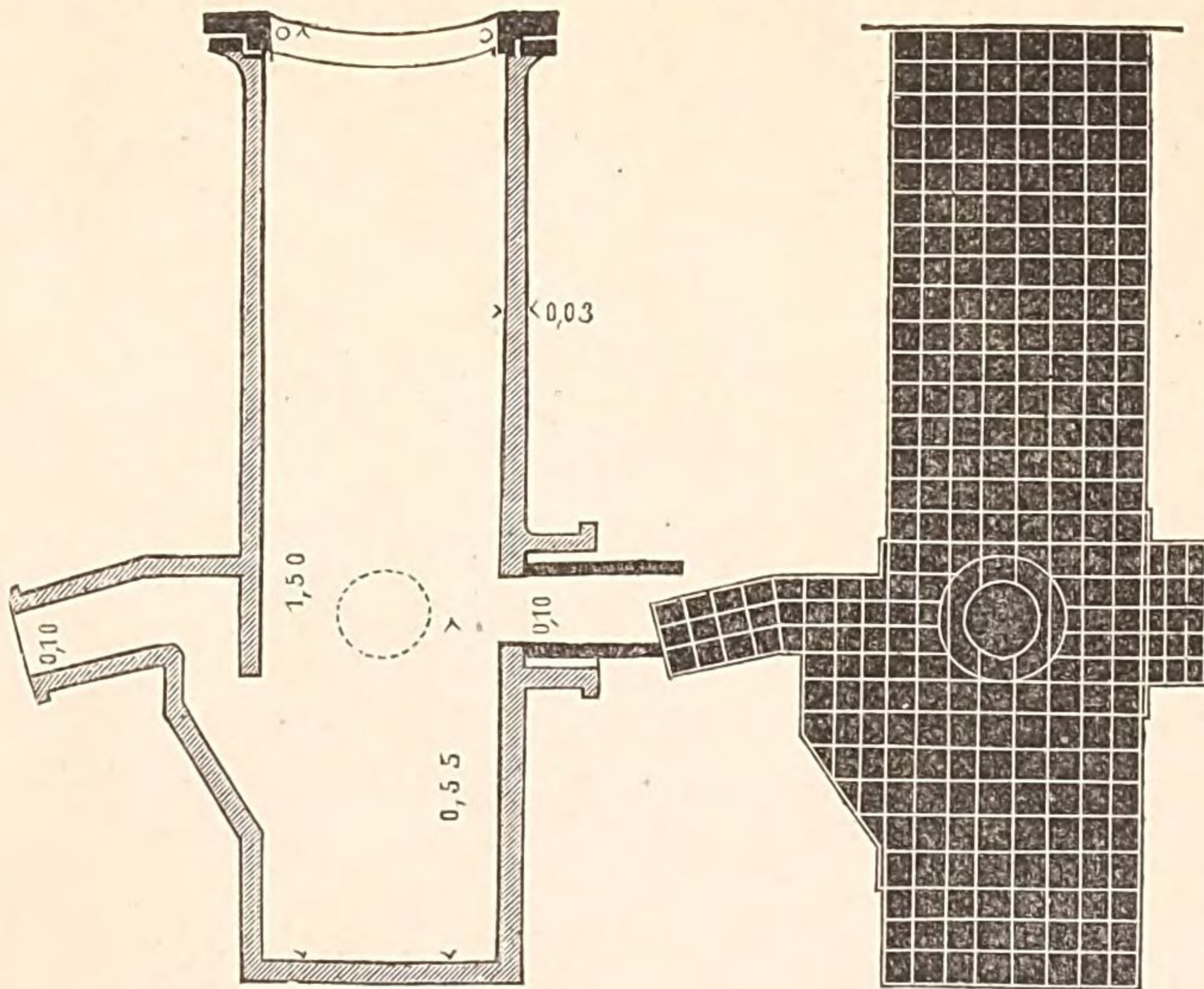


Fig. 1. Längenschnitt.

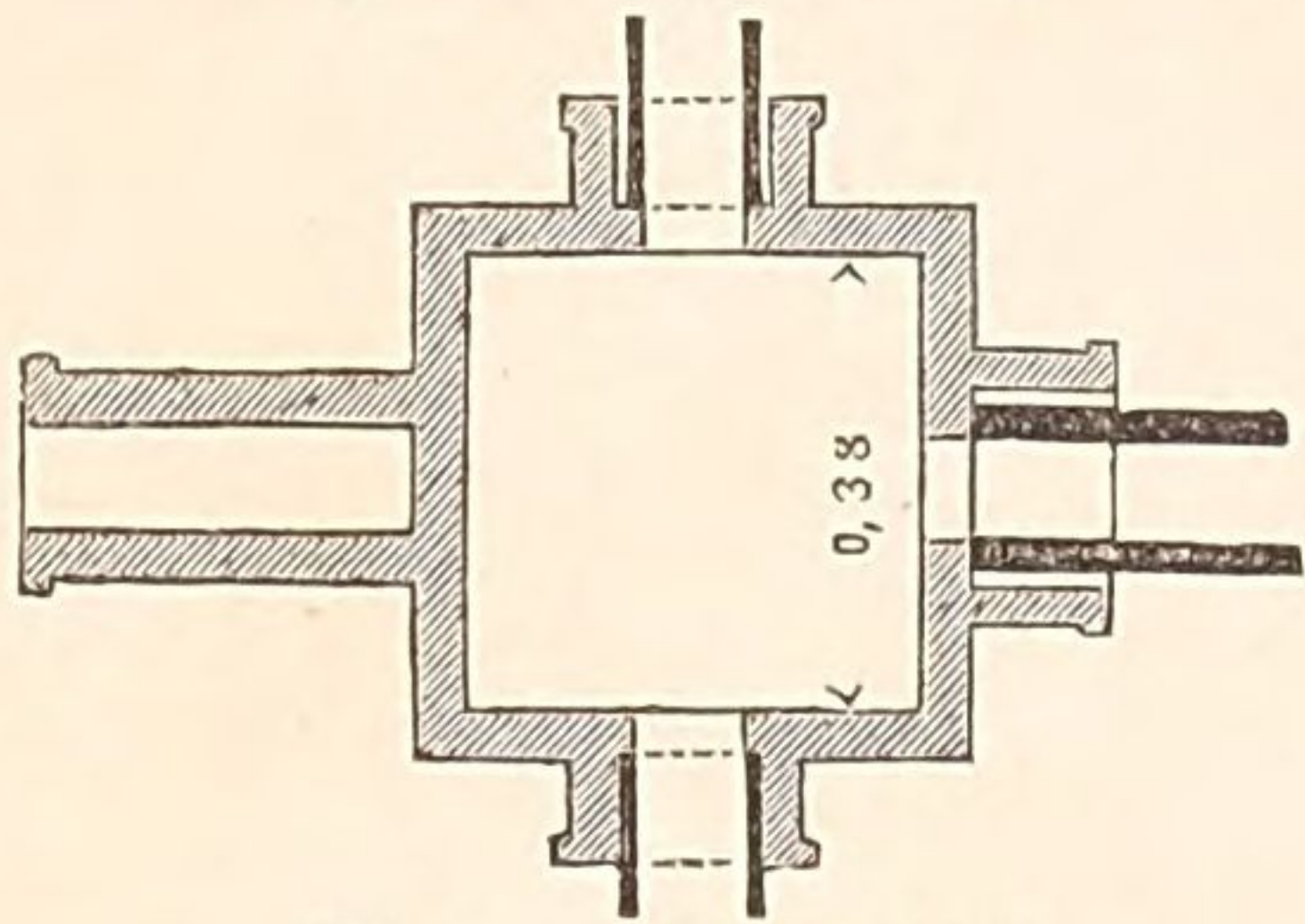


Fig. 2. Querschnitt.

Fig. 3. Geflecht.

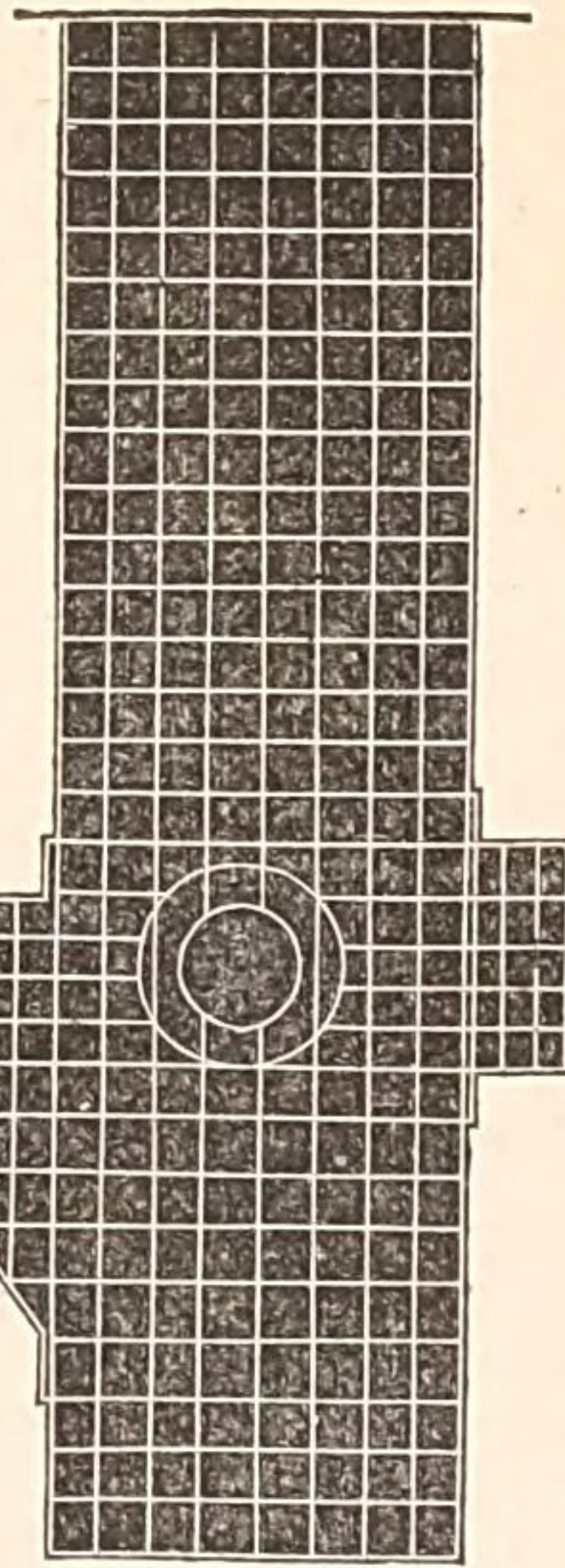
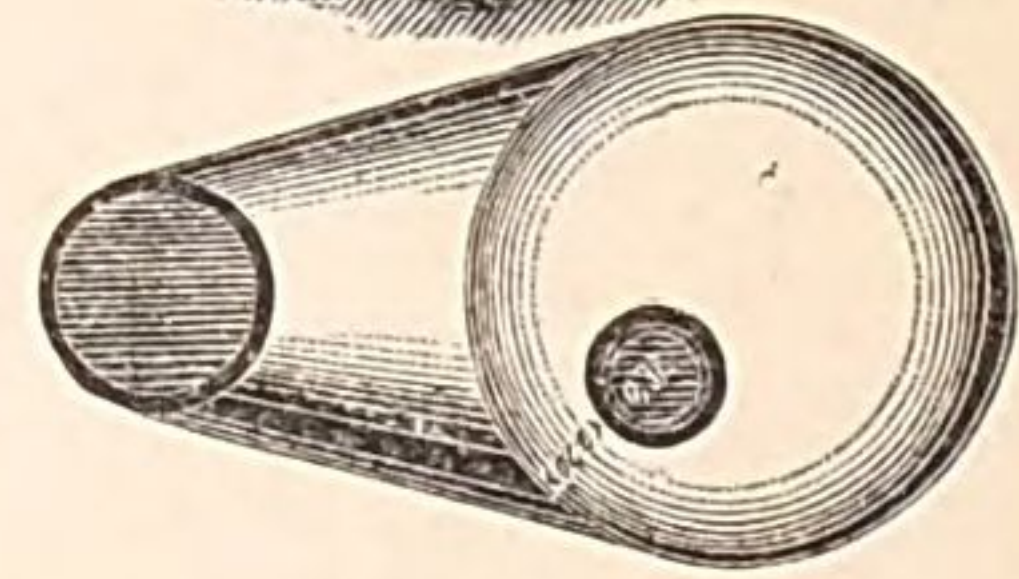
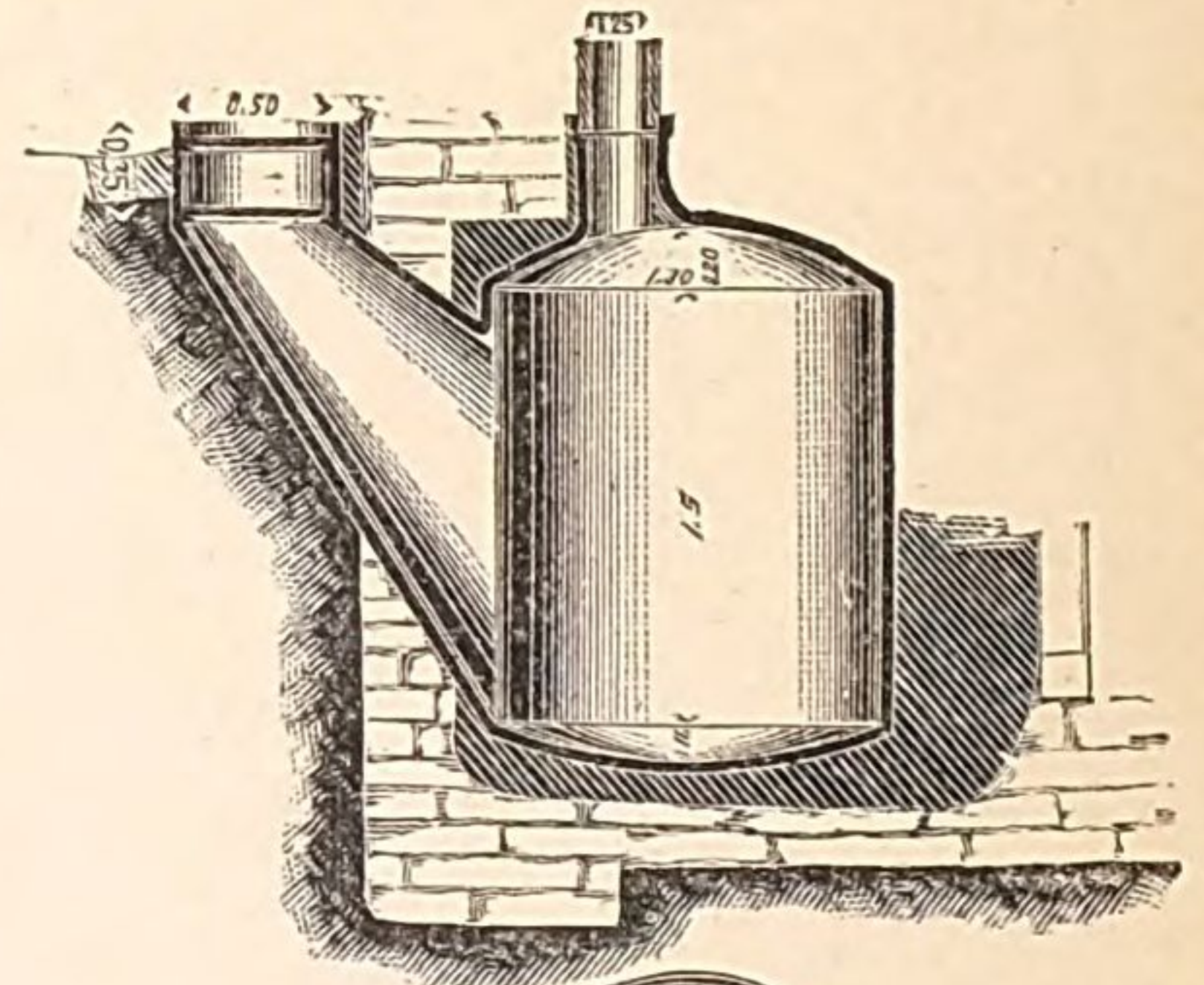


Fig. 7—8. Abort-Grube.

Vertikalschnitt.



Obere Ansicht.

Fig. 4 und 5. Detail des Mantelanschlusses an den Abfall-Rost.

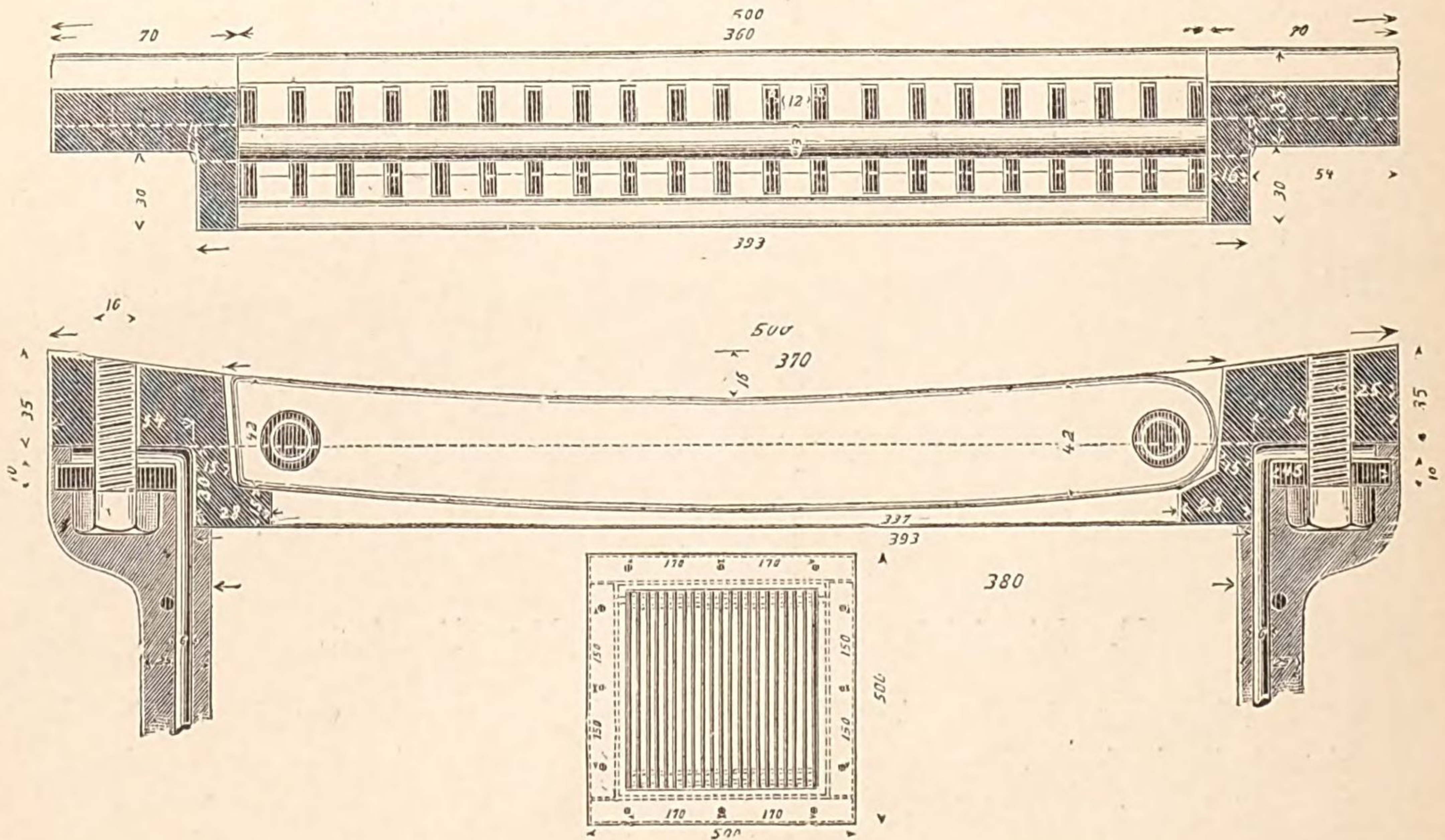


Fig. 6. Grundriss.

Erklärung. Angeschlossen ist noch die Abbildung einer Abort-Einrichtung, die sich dem Liernur'schen System der Fäkalienabführung anpasst, sich aber ebenso in Orten ohne Kanalisation zur Anlage von Latrinen eignet, deren Entleerung einzeln durch Hand- oder Dampfpumpe und Fäkalienwagen erfolgt. — Die Undurchlässigkeit des fugenlosen wasserdichten Behälters schützt nicht allein den umgebenden Boden vor Durchseuchung, sondern ermöglicht auch eine sicher funktionierende Lüftung der Closeträume durch Absaugung der Luft von der Abort-Grube aus.

F. Brunnen und sonstige Einrichtungen für die Wasserversorgung.

Zur Wasserversorgung der Stadt Landshut sind Brunnen aus Cement und Eisengerippen gesenkt worden, wie Abb. 27 sie darstellt. Als besonderer Vorzug hat sich die Leichtigkeit der Absenkung ergeben, einmal aus der Steifigkeit der Konstruktion und der verhältnissmässigen Geringfügigkeit ihres Gewichtes, die ein bequemes Regieren ermöglicht und dann durch die Möglichkeit, den Brunnenkörper in 3 Punkten auf sehr einfache Weise in den eisernen Vertikalsteifen aufhängen und so immer wieder lothrecht einstellen zu können, wenn die Ungleichmässigkeit des Bodens und das Aufstossen auf einzelne Steine eine zeitweise Abweichung aus dem Loth veranlasste.

Der Vertheilungsschacht, dargestellt in den Fig. 4 und 5 auf S. 116 ist in einzelnen Theilen, als unterer Behälter und als Aufsatzrohr, in der Fabrik angefertigt und als Frachtgut zum Verwendungsort geschafft worden.

Der **Wasserthurm**, welcher auf S. 117 in mehreren Figuren abgebildet ist, wurde für Herrn Bauamtmann Scheidemantel zur Wasserversorgung von Landshut entworfen und berechnet, ohne indes die Stadtvertretung von der gewohnten Ausführung eines Hochreservoirs in massivem Mauerwerk abbringen zu können.

Das Bauwerk sollte im Unterbau 3 für die verschiedensten Zwecke verwendbare Räume und darüber das von obenher erreichbar einzurichtende Bassin erhalten, für welches eine Füllhöhe von 6 m und ein Nutzinhalt von 60 000 Ltr. vorgeschrieben war, während die Gesamthöhe des Bauwerks etwa 22 m betragen sollte.

Der Wasserbehälter, als Hohlring ausgebildet, nimmt in seinem Innern die zu den Thurmetagen führende und das Bassin zugänglich machende Wendeltreppe auf. — Der Boden des Reservoirs, nach Intze's System konstruirt, stützt sich mit einer Kugelkappe in dem Schweraxenkreis der Hohlring-Querschnitte auf die Thurmwand, die sich nach unten mit kegelförmiger Erweiterung ausspreizt, während ihre Versteifungsrippen zugleich als Stützen für den tellerartig aufgebogenen Theil des Bassinbodens dienen, der sich in Gurtbögen auflagert. Es ist auf diese Weise eine konstruktive Form zu bilden gesucht, die sich auch für die ästhetische Behandlung der Gebäudeansicht eignet.

Während die Weite des Thurmmantels oben durch die Unterstützung des Bassins in seiner Schwerlinie bestimmt war, wurde seine Erweiterung nach unten auf Grund der Winddruck-Berechnung unter der Annahme bestimmt, als stehe das Gebäude mit leerem Bassin frei auf.

Abb. 27.

Fig. 1—3.

Brunnen zur Wasserversorgung
der Stadt Landshut.

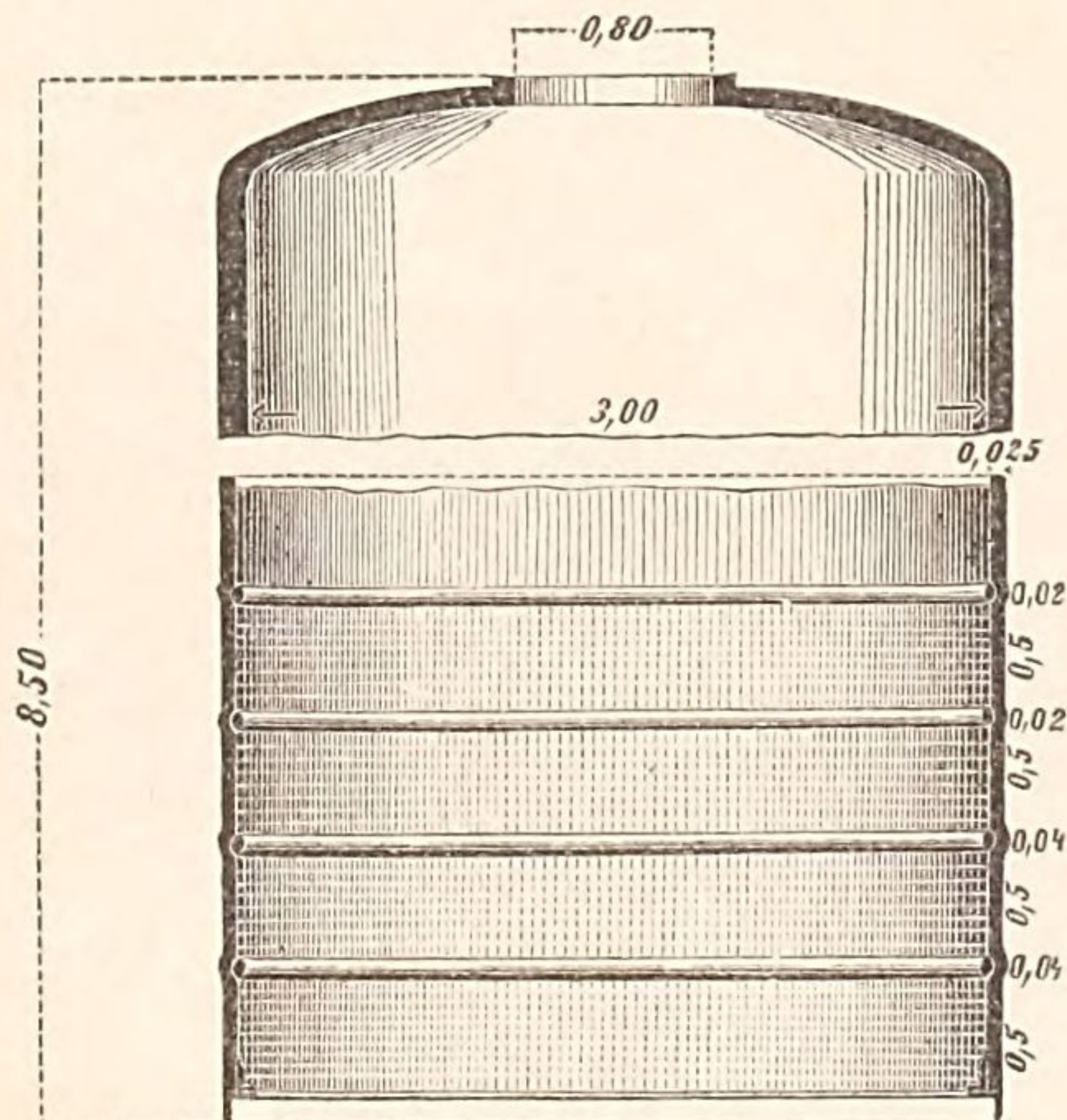


Fig. 1. Vertikalschnitt durch den Schacht.

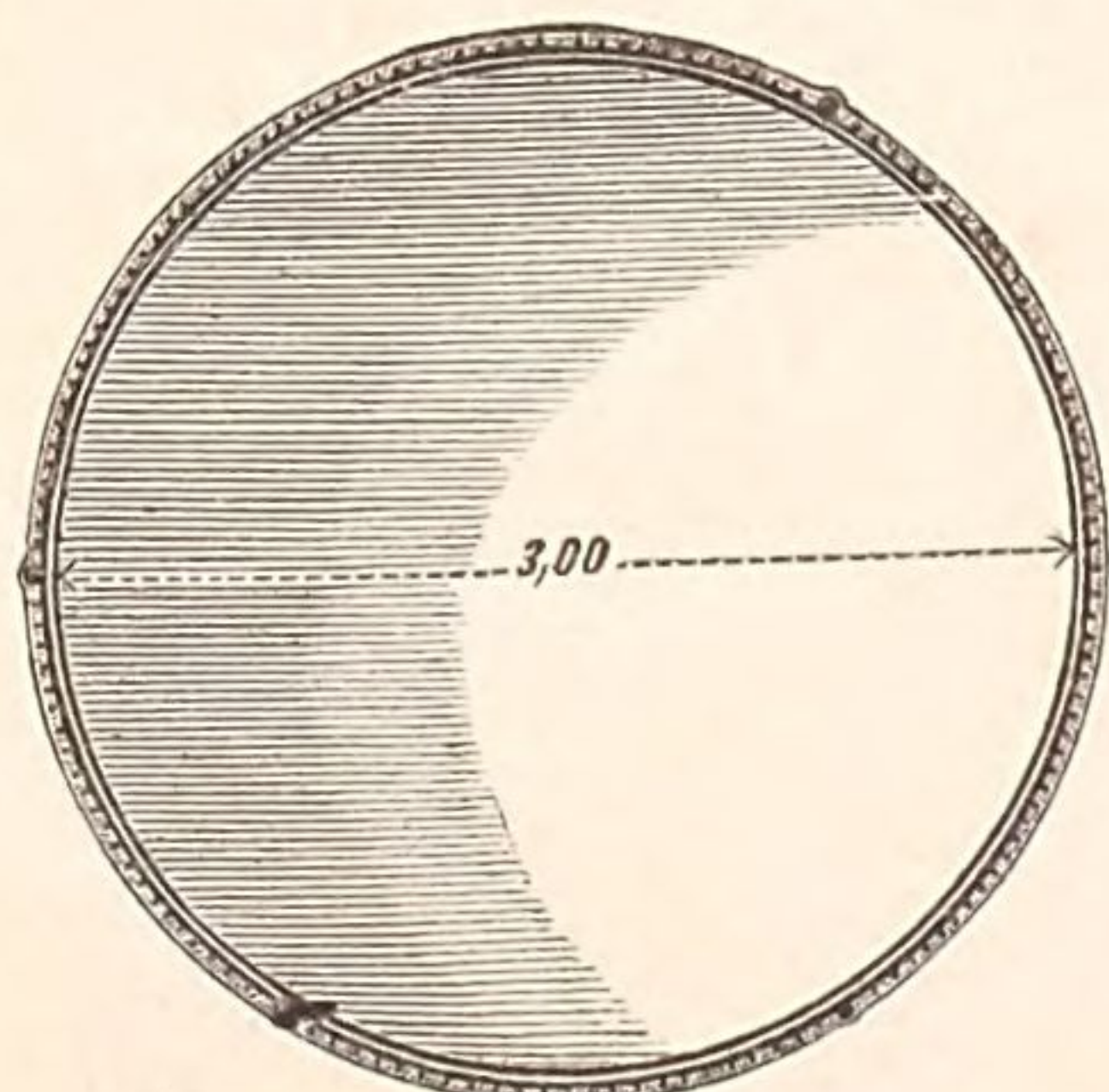


Fig. 2. Horizontalschnitt.

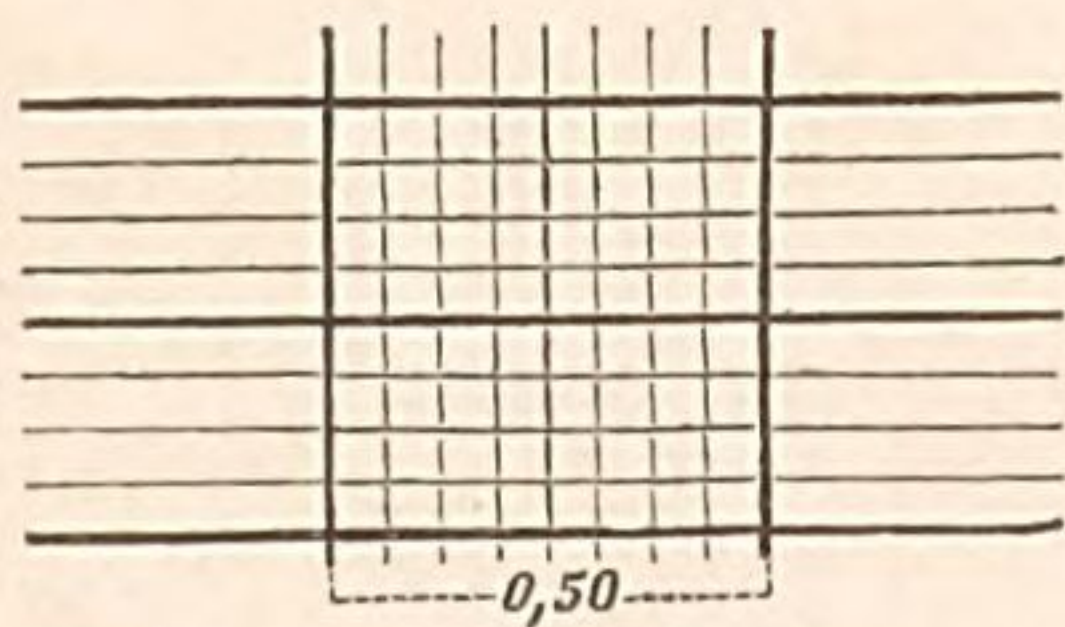


Fig. 3. Flechtwerk.

Fig. 4 und 5.

Vertheilungsschacht für das Wasser-
werk zu St. Wendel.

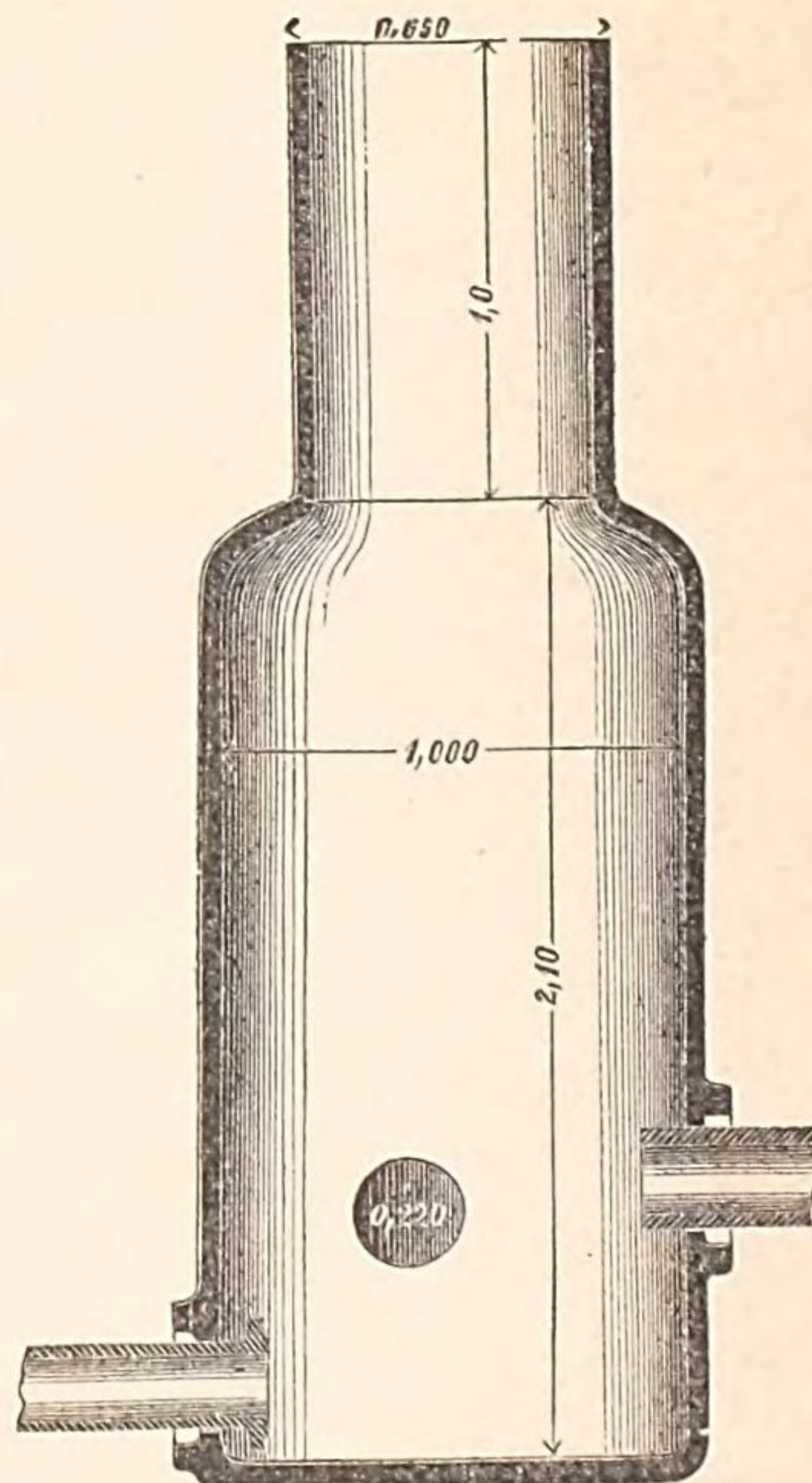


Fig. 4. Vertikalschnitt.

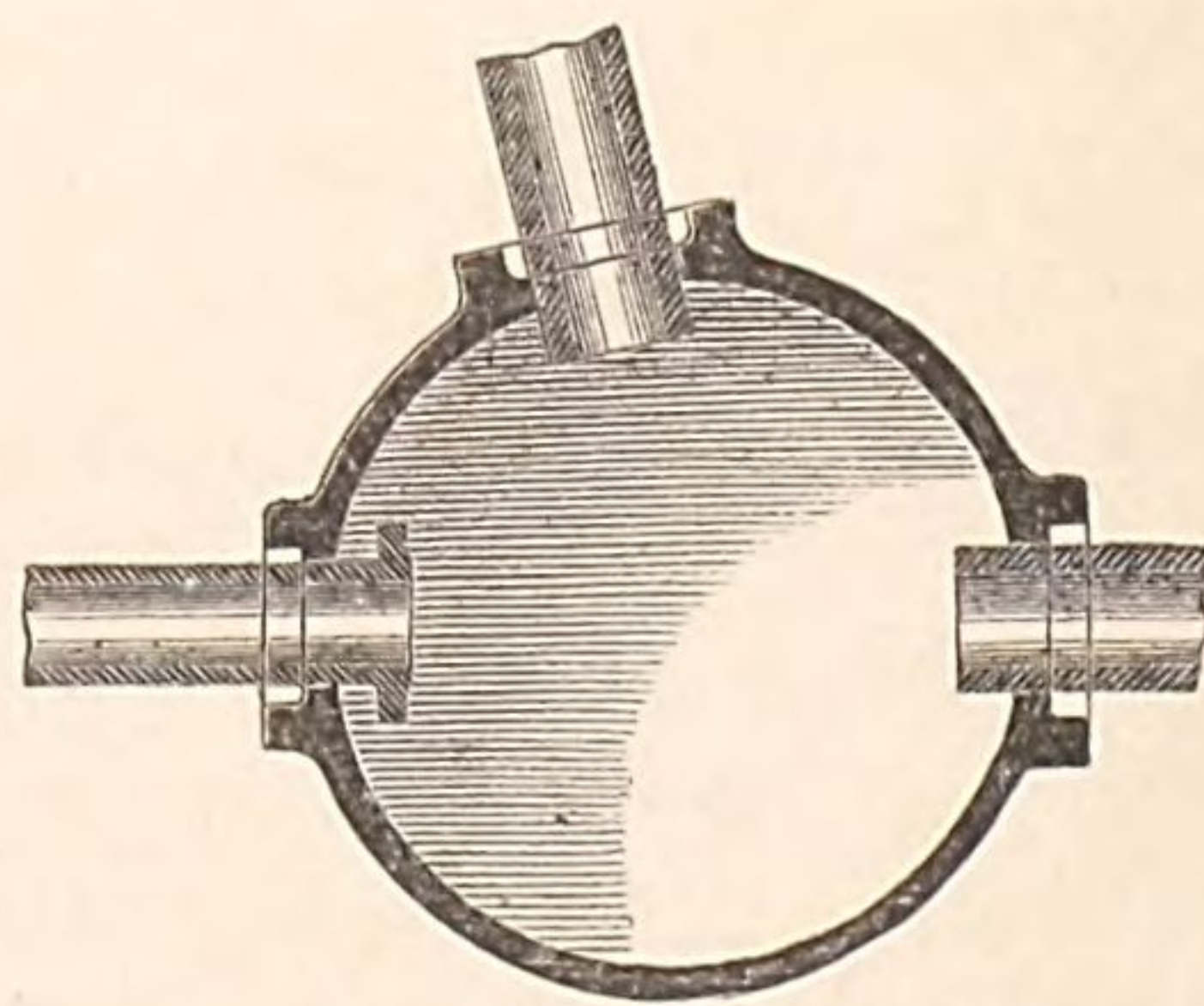
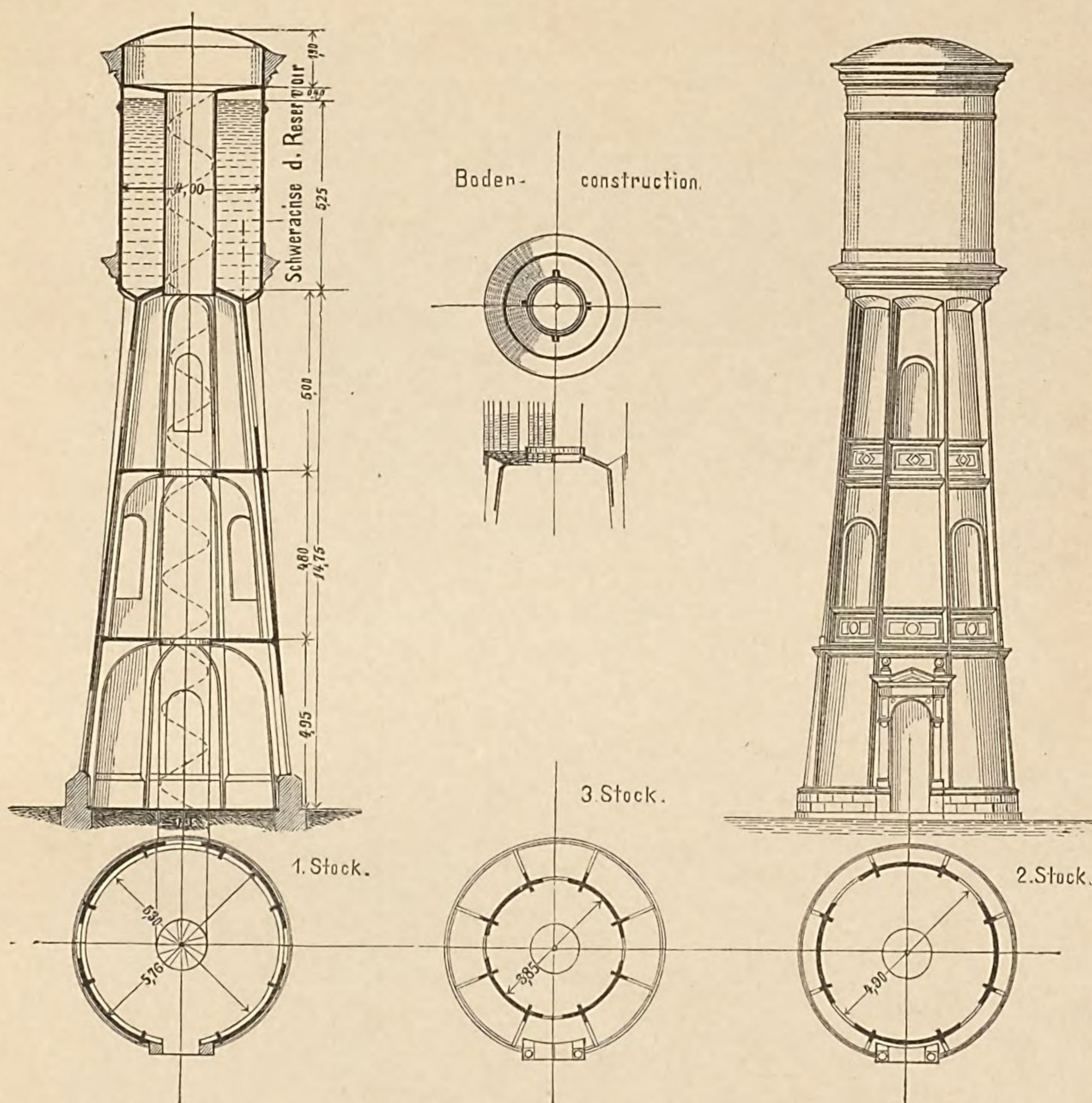


Fig. 5. Grundriss.

Die Fundamentirung des Thurmes ist aus Stampfbeton angenommen. Die Thurmwand soll sich auf einem [] Eisenring, der mit dem Fundament verankert ist, aufbauen. Den die Thurmwandung durchdringenden Versteifungsrippen ist ausserdem noch die Aufgabe zugewiesen, die Etagenböden zu tragen. Zu diesem Zweck sind im Innern des Thurmes

die Versteifungen als Consolen ausgebildet, die — sich gegenseitig stützend — durch die Aussparungsringe der Bodenöffnungen für die Treppe mit einander verbunden und abgefangen sind. — Die Decke des Wasserbehälters ist mit Mannlöchern versehen. — Die Bassinwandung, die zum Schutz des Wassers gegen Frost verdoppelt und mit Wärmeschutzmitteln ausgefüllt werden kann, trägt als Dach der letzten Etage, von der aus die Mannlöcher bestiegbar sind, eine Kugelkappe.

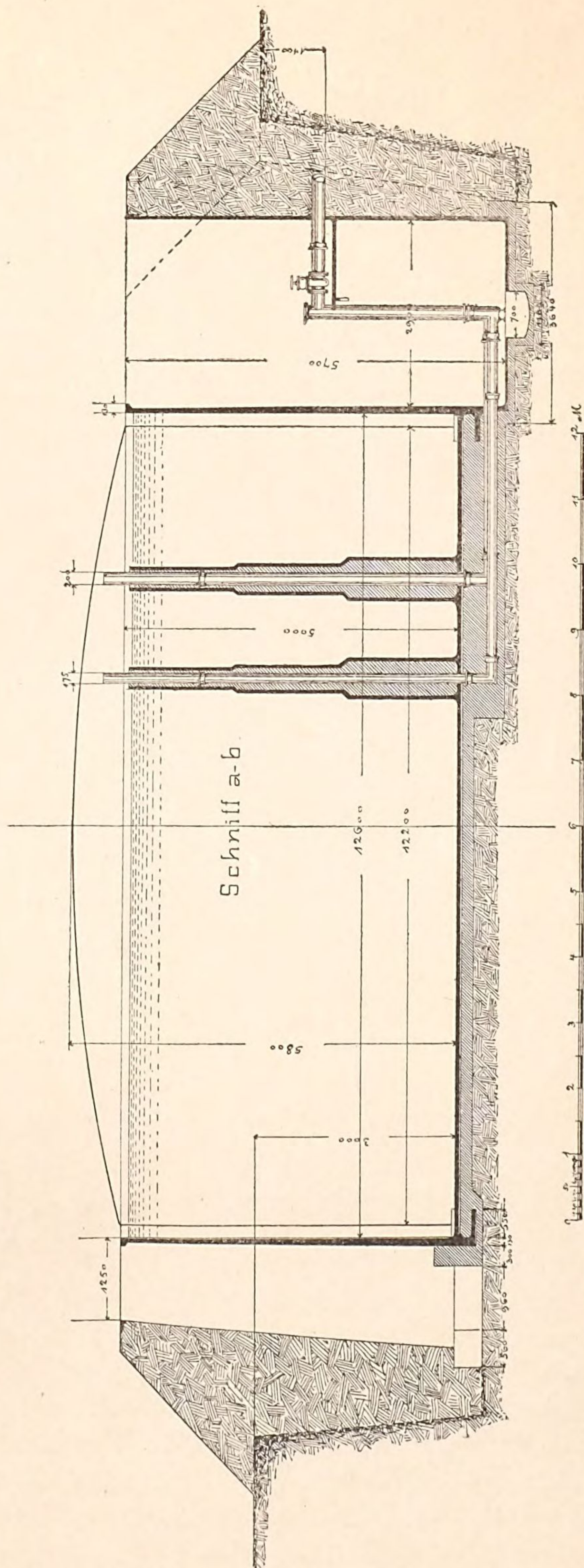
Abb. 28.



Für die architektonische Ausbildung des Bauwerkes bietet die Ausführung desselben in Cement Monier'scher Zusammensetzung keine Schwierigkeiten.

Ein in **einfachen Formen** für die West-Eisenbahn-Gesellschaft zu Alençon **ausgeführtes Hochreservoir von 180 000 Ltr. Inhalt** zeigt das Schaubild auf S. 126. Einen grossen Wasserbehälter zur ebenen Erde von 2 Millionen Liter Inhalt nach System Monier für die Gesellschaft der Wasserwerke zu Paris ausgeführt, stellt ausserdem nach einer photographischen Aufnahme die Abbildung auf S. 125 dar.

Abb. 29. Gasometer-Behälter.

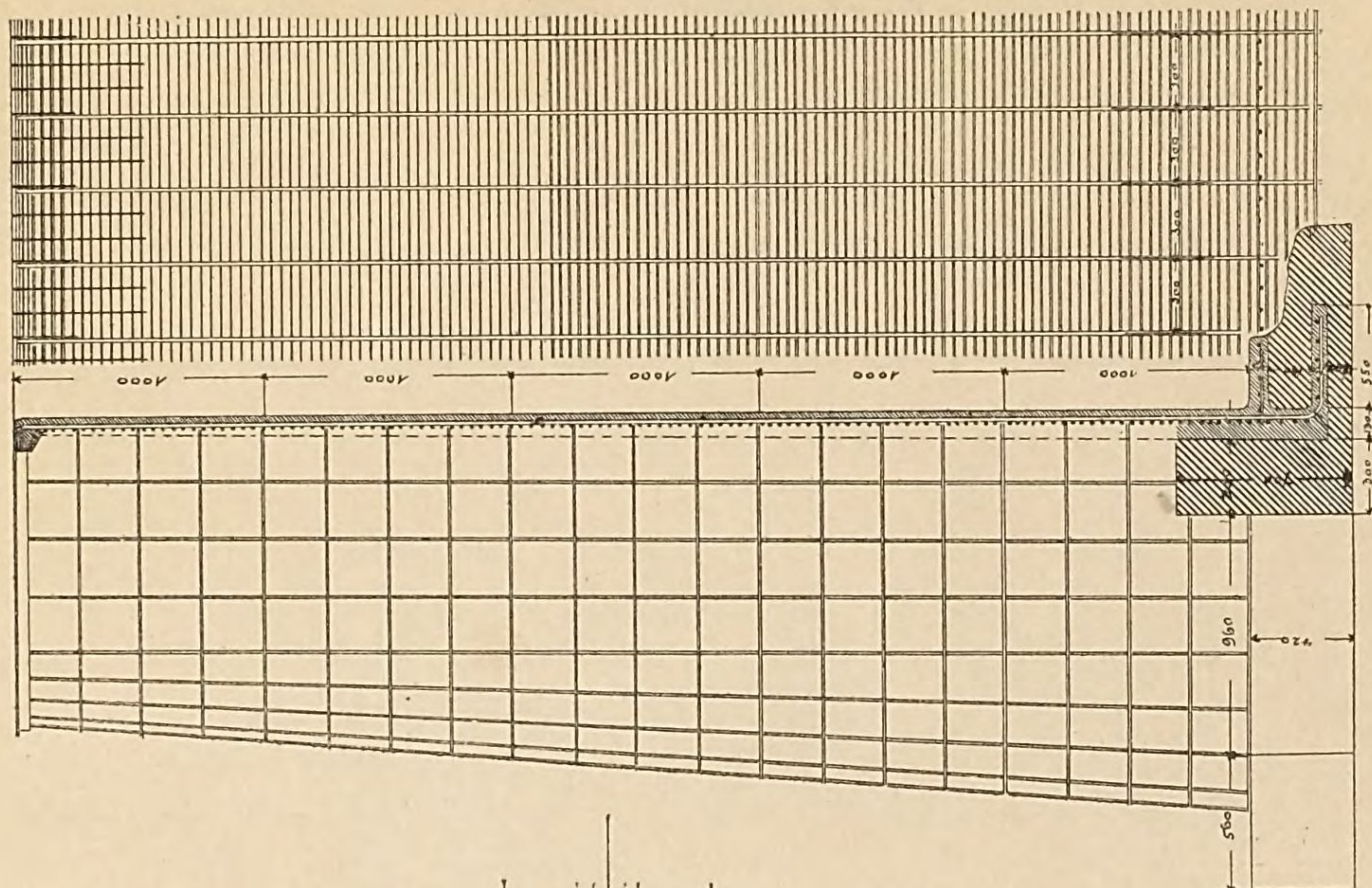
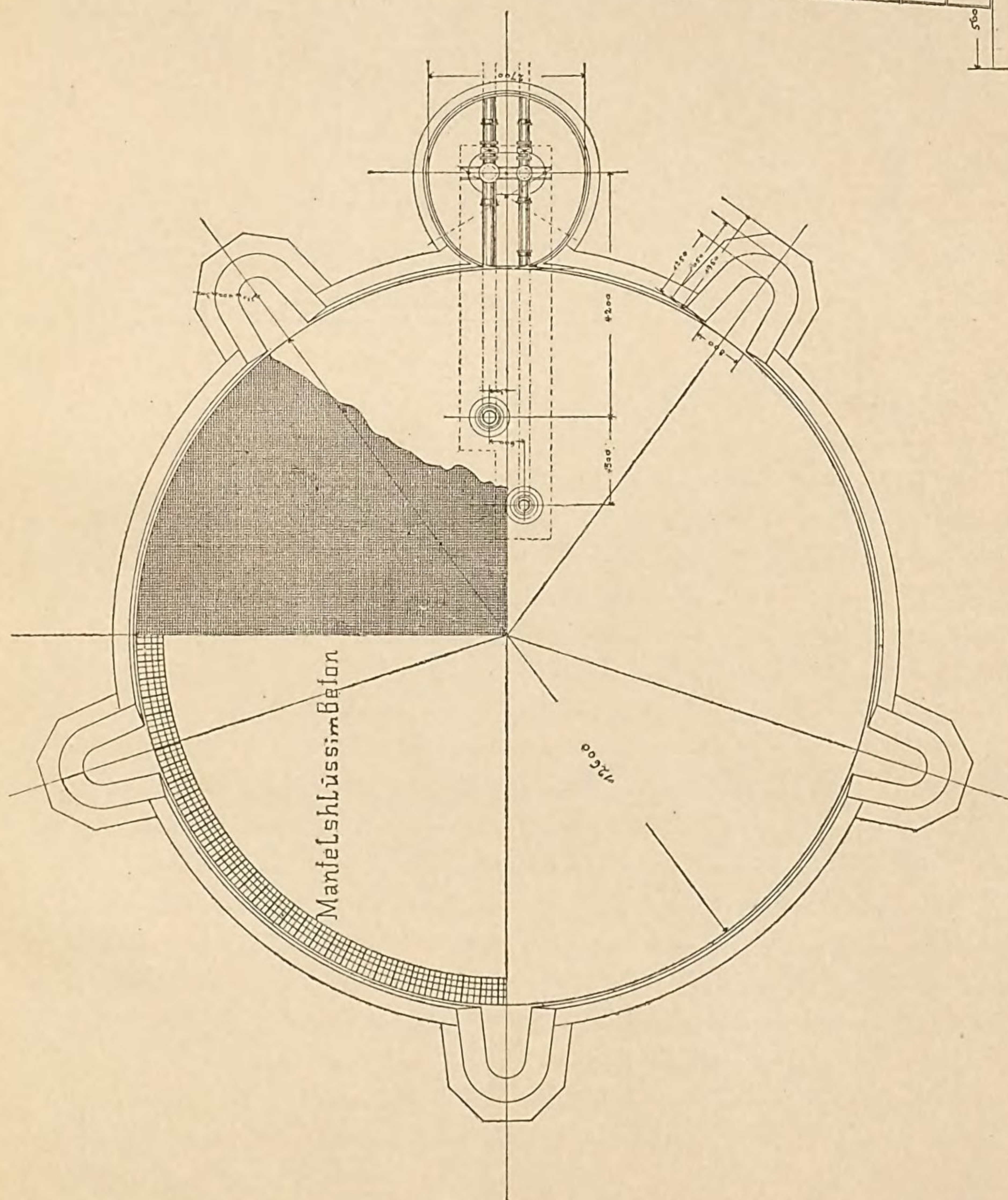


Durchschnitt mit Ansicht einer Pfeilervorlage.

Durchmesser 12,6 m; Höhe 5,00 m. Untere Wandstärke 13 cm.

Mantelabwicklung

Pfeilerconstruction



Grundriss mit Darstellung des Bodengeflechtes und des Mantelschlusses.

Darstellung des Mantelgeflechtes.

G. Gasometer-Behälter.

Um die Dünnwandigkeit grosser Behälter und die Art des Flechtwerkes zu zeigen, ist vorstehend auf S. 118 u. 119 in 3 Konstruktionszeichnungen ein Gasometer-Behälter von 12,6 m Durchmesser und 5,0 m Höhe dargestellt. Wie der Grundriss ergibt, hat das Bassin, das zum Schutz gegen Frost mit Erde angebösch ist, 5 hülsenartige Pfeilervorlagen erhalten, die ebenfalls in Cement auf Drahtgeflecht im Zusammenhang mit dem Bassinmantel hergestellt sind.

Dass die angegebene geringe Wandstärke von 13 cm am Fuss, wie sie rechnerisch festgestellt worden, auch in der Ausführung genügende Sicherheit bietet, wird durch die Ausführungen Monier's bestätigt, der sich die Herstellung eines Gasometer-Behälters von 15 m Durchmesser und 6 m Höhe von der Compagnie Central de Gas zu Paris als bewährte Bauausführung hat bescheinigen lassen.

Das Schaubild auf S. 124 im Anhang zeigt einen Gasometer-Behälter von 10 m Durchmesser und 4,0 m Höhe in einer Aufnahme nach der Natur.

III. Anwendung der Monier'schen Konstruktionsweise zur Herstellung gewerblicher und landwirthschaftlicher Einrichtungen.

Die schnelle Vergänglichkeit hölzerner Geräthe, in denen mit Wasser oder mit Säuren gearbeitet wird und die Beschränkung der Abmessungen, welche aus der Anwendung des Holzes hervorgeht, wenn es darauf ankommt freistehende Gefässe herzustellen, die Untauglichkeit des Eisens zu Säurebehältern und die Massigkeit gemauerter Bottiche, deren Fugen leicht undicht werden, wenn die aufzunehmenden Flüssigkeiten heiss sind oder ihrer laugenartigen Bestandtheile wegen die Backsteine mürbe machen, hat mit dem Bekanntwerden des Systems Monier schnell zur Verwendung desselben für gewerbliche Einrichtungen geführt. Bei der Einfachheit der Gefässe erscheint die Darstellung derselben überflüssig, da nur die Formen und Abmessungen je nach dem Zweck verschieden sind. Als Beispiel von Geräthen zusammengesetzter Art mag indess ein **Filtrir-Bassin** in Abb. 30 und ein **Bleichholländer** mit Antrieb von obenher in Abb. 31 hier beigelegt werden, die wohl erkennen lassen, dass sie in ihrer Dünnwandigkeit und der damit zusammenhängenden verhältnissmässigen Leichtigkeit ganz besonders zu massiven dauerhaften Behältern für die oberen Etagen und solche Räume sich eignen, in denen mit dem verfügbaren Platz gerechnet werden muss.

In Fällen, wo das Waschen von Stoffen deren Befreiung von Säuren zum Zweck hat oder das Bleichen selbst unter Zusatz von Laugen er-

folgt und es auf die Sauberkeit und Klarheit der Innenwandungen zur Kontrolle der Reinheit jener Stoffe ankommt, lässt sich das Auskleiden der Cementwand mit Porzellanplatten oder auch nur säurefestem Glas leicht und dauerhaft bewerkstelligen. Aeusserlich ist, wenn eine andere Farbe als die des Cementes nicht gewünscht wird, keinerlei Anstrich oder Verblendung erforderlich.

Für **landwirthschaftliche Anlagen** bedarf es des Nachweises nicht mehr, dass sich für die Herstellung der Wirthschaftsgebäude aus Gründen der Feuersicherheit die Bauweise in Cement mit Eisenrippen ebenso

Abb. 30. **Filtrir-Bassin.**

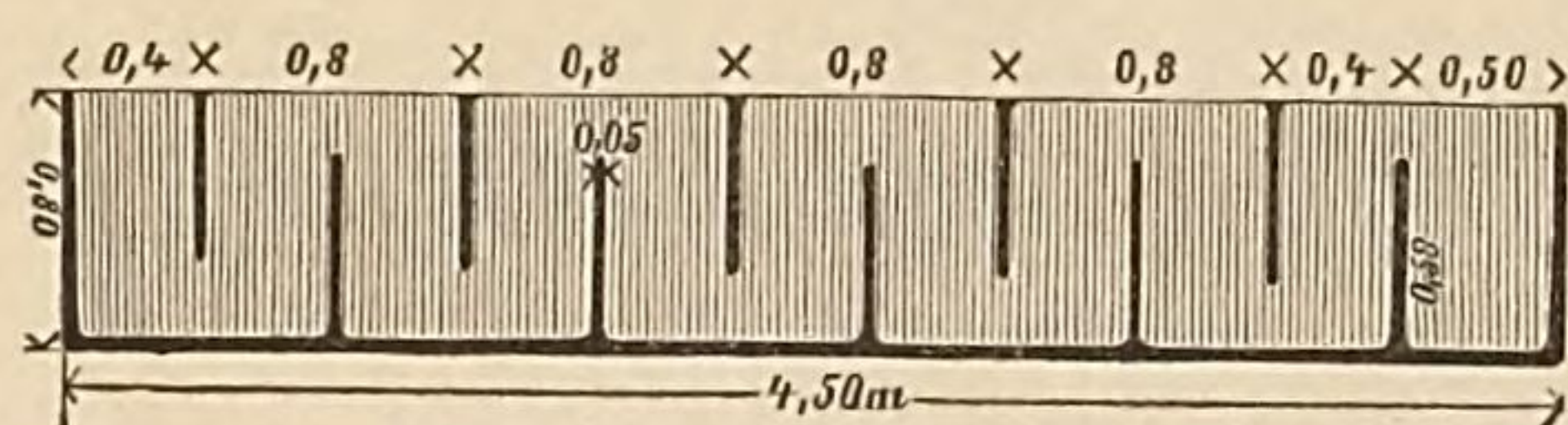


Fig. 1. Längenschnitt.

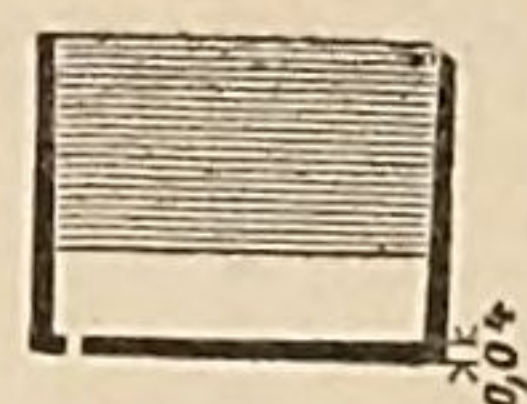


Fig. 2. Querschnitt.

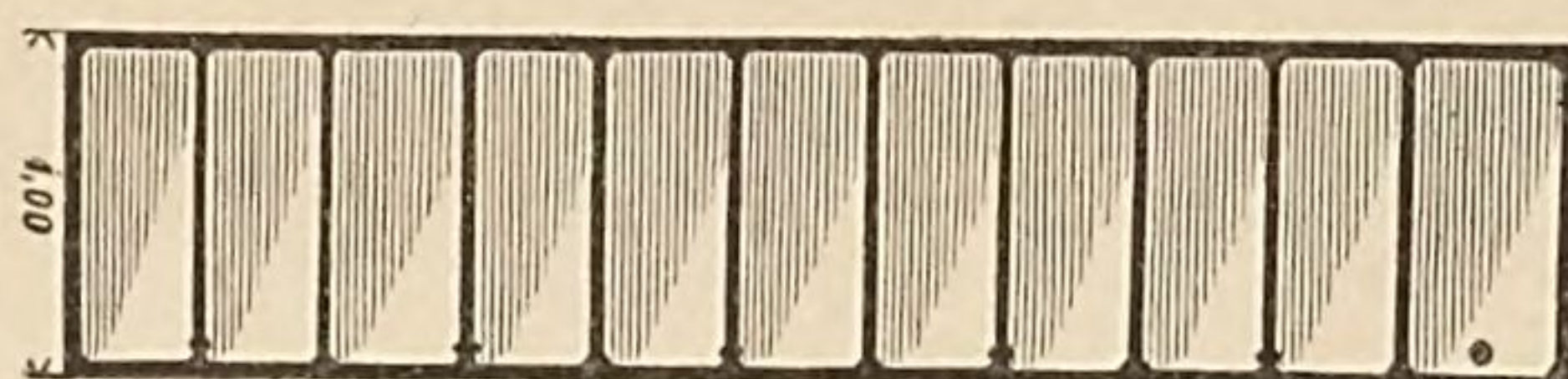
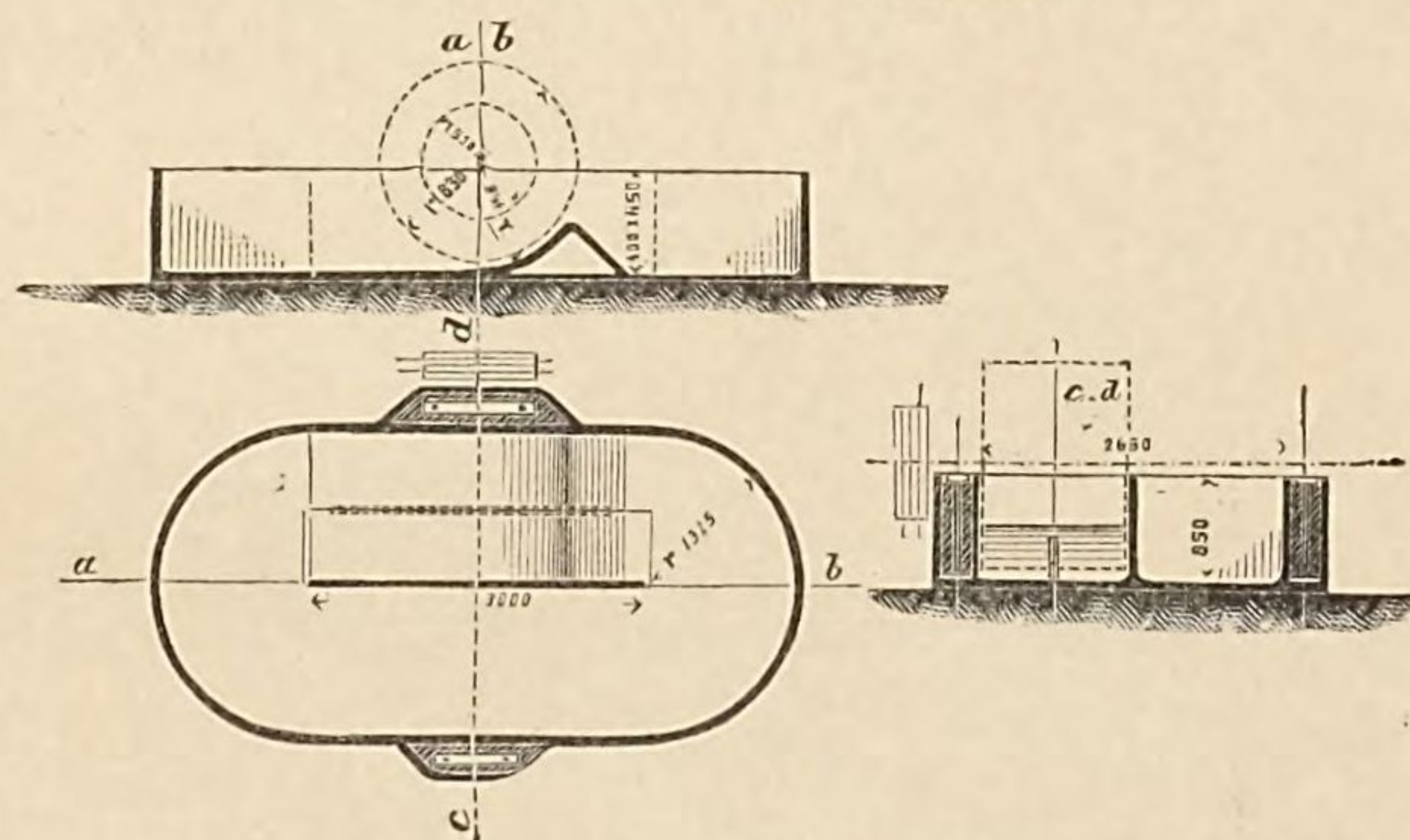


Fig. 3. Obere Ansicht.

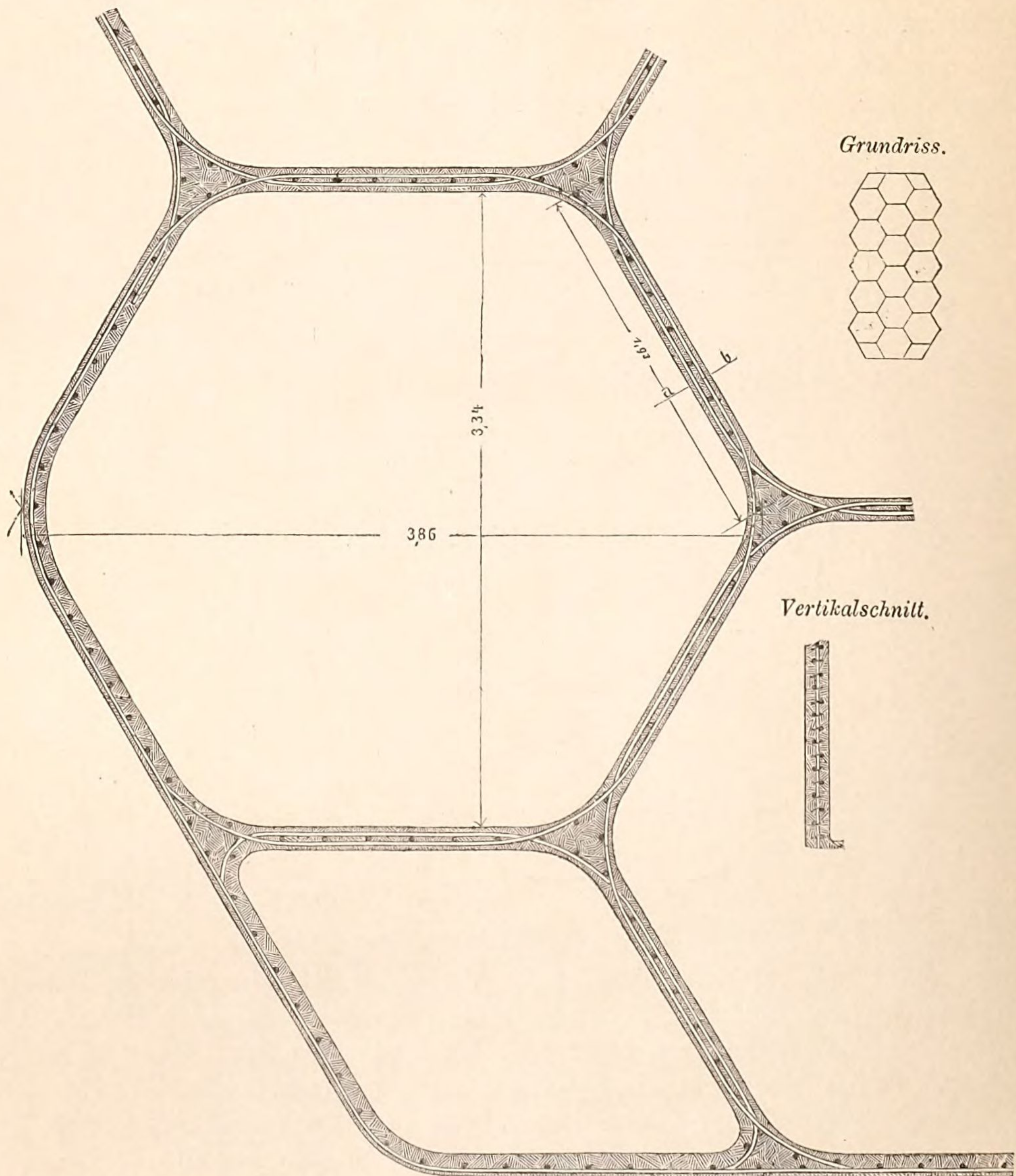
Abb. 31. **Bleichholländer.**



empfiehlt wie bei jedem Häuserbau. Ausserdem ist es bereits betont, dass sich in allen **Räumen, in denen mit Wasser** gearbeitet wird, die Monierfussböden besonders empfehlen, weil die beständige Feuchtigkeit den Böden nicht nur nicht schädlich ist, sondern die Härte und Dauerhaftigkeit derselben vielmehr erhöht. Es mag nur noch hinzugefügt werden, dass auch das Ammoniak des Urins und Düngers auf die Erhärtung des Cementes günstig einwirkt, dass sich also auch in **Viehställen** diese Fussböden besser als Ziegelpflaster bewähren, wenn man nur darauf achtet, das Ausgleiten der Thiere beim Erheben dadurch zu vermeiden, dass man Fugen in die Oberfläche des Belags einzieht und dieselbe möglichst stark waffelt (gauffirt).

Für **Fruchtkeller** ist die Dichtigkeit des Cementes gegen Feuchtigkeit und Ungeziefer von so grossem Werth, dass dies hier noch erwähnt werden muss und auf die Konstruktion der Getreide-Behälter nach System Monier durch Abb. 32 besonders hingewiesen wird.

Abb. 32. **Getreide-Behälter.**
(Silo.)



Detail der Wandbildung.

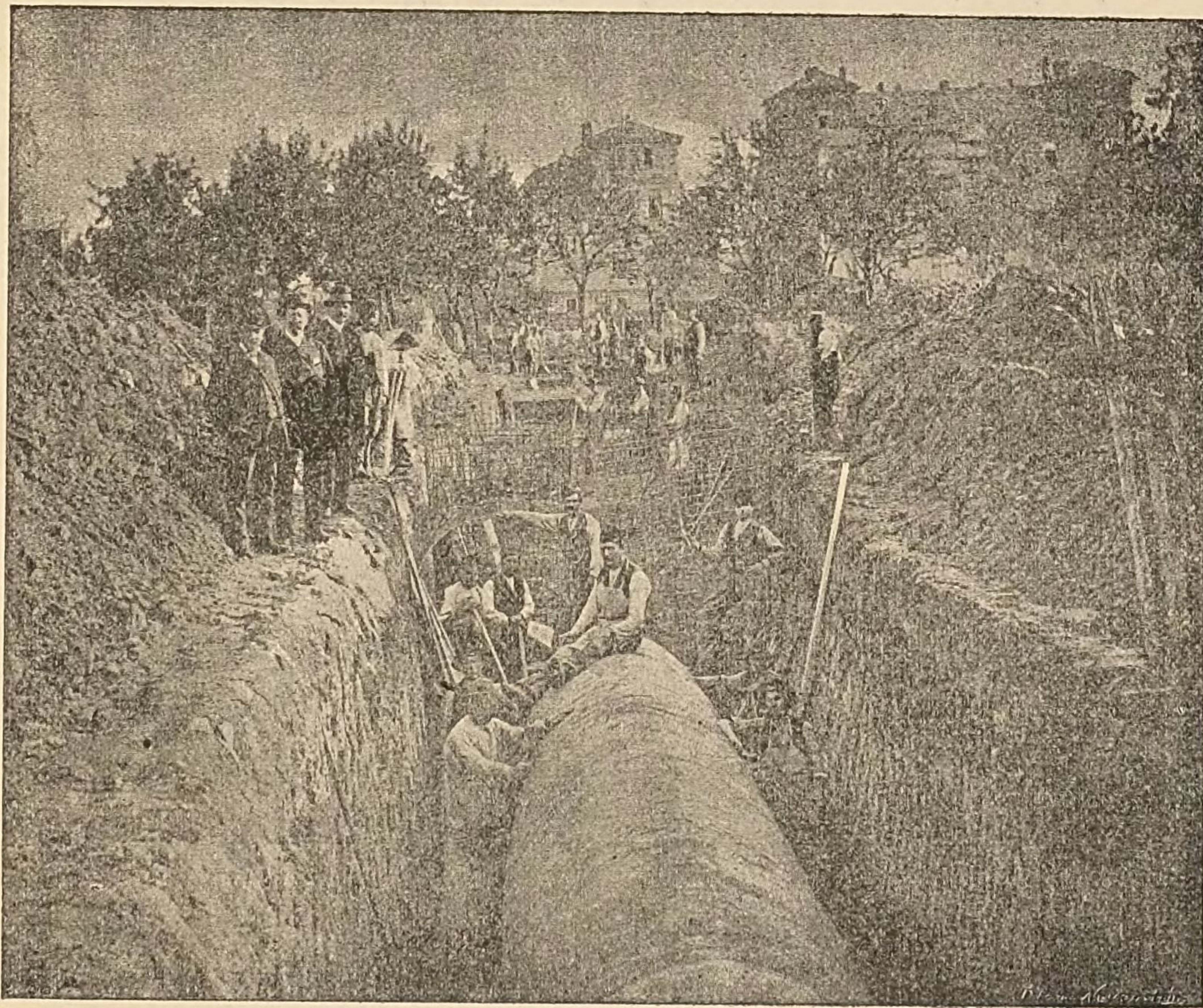
Die Getreide-Behälter sind in der angedeuteten Grundrissform als Keller oder als Thürme ausgebildet zu denken.

IV. A n h a n g.

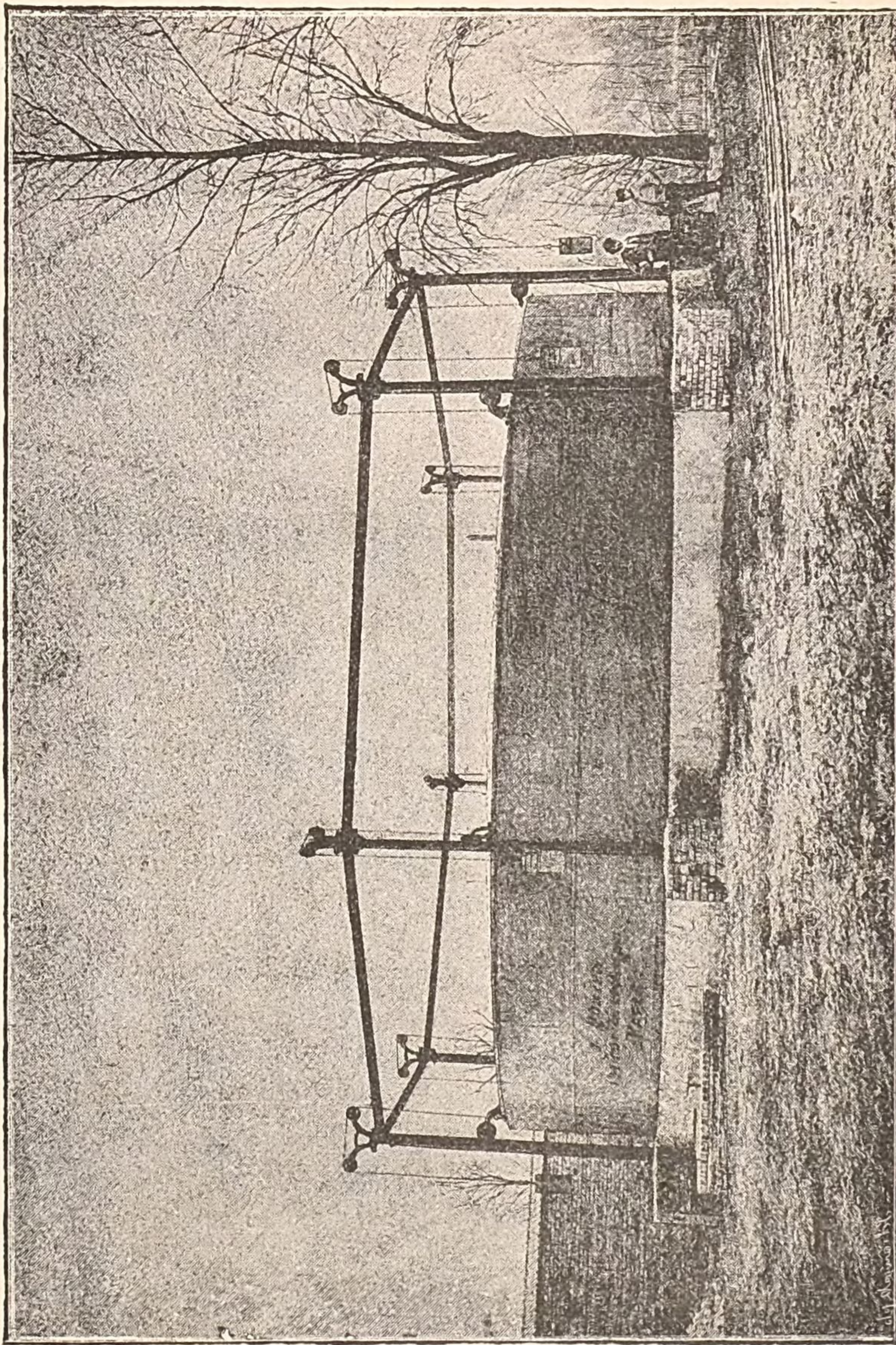
Aufnahmen nach der Natur von einigen Bauausführungen und Anlagen nach Monier's System.

Von solchen Bauwerken, auf die im Vorstehenden wohl Bezug genommen ist, die aber dem Fachmann nach der vorausgegangenen Darstellung der Monier'schen Bauweise nichts Neues bieten, sollen nachfolgend nur Schaubilder nach photographischen Aufnahmen gegeben werden, um den Nachweis zu liefern, dass die Cement-Eisen-Konstruktionen bereits in grösseren Ausführungen die praktische Probe bestanden haben.

Mögen sie allen Denen, welche aus Scheu vor dem Neuem es vorziehen beim Alten zu bleiben, zeigen, dass die Praxis schon ihr Urtheil über die Monier'sche Bauweise gefällt hat. Wir wissen, dass es ohne Versuche mit dem Neuen, sofern es nur vernünftig erscheint, keinen Fortschritt in der Technik giebt!



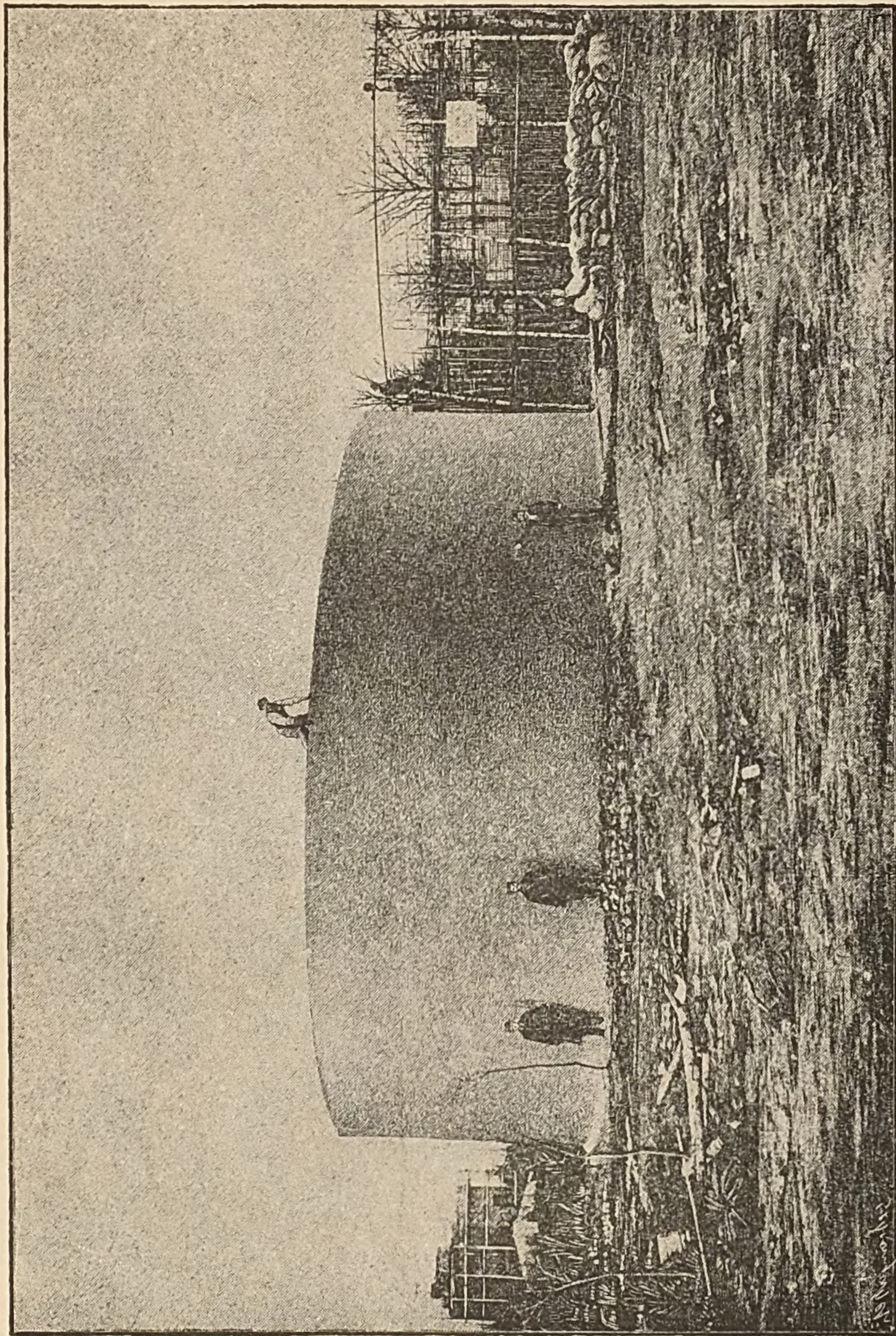
Kanalanlage in Offenbach a/Main.
Rohrweite 1,50 m.



Gasometer-Behälter

ausgeführt in der Spiritusbrennerei und Hefefabrik zu Moutières-les-Amiens (Somme).

Durchmesser 10,00 m; Höhe 4,00 m. Inhalt 340 000 Liter.

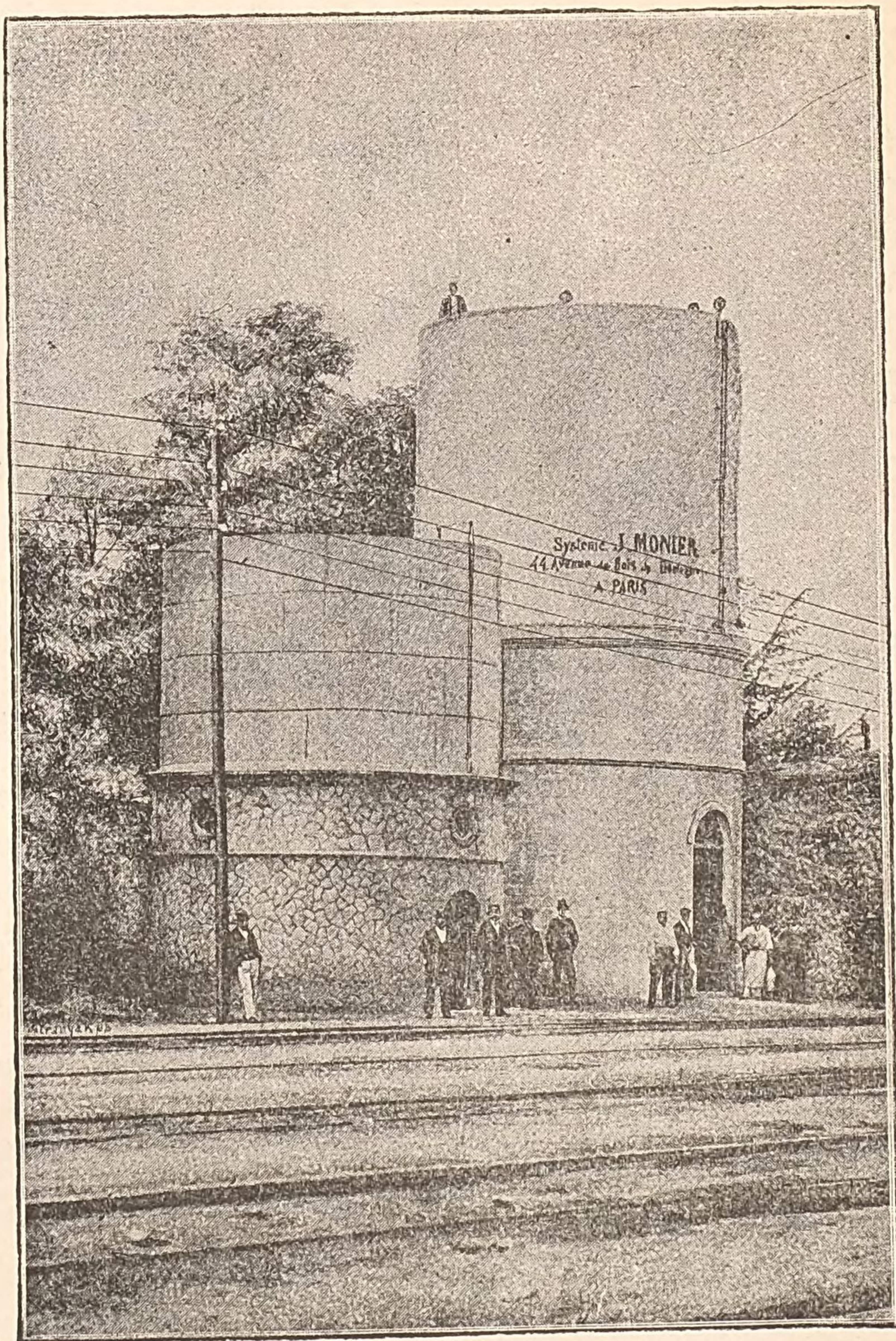


Reservoir

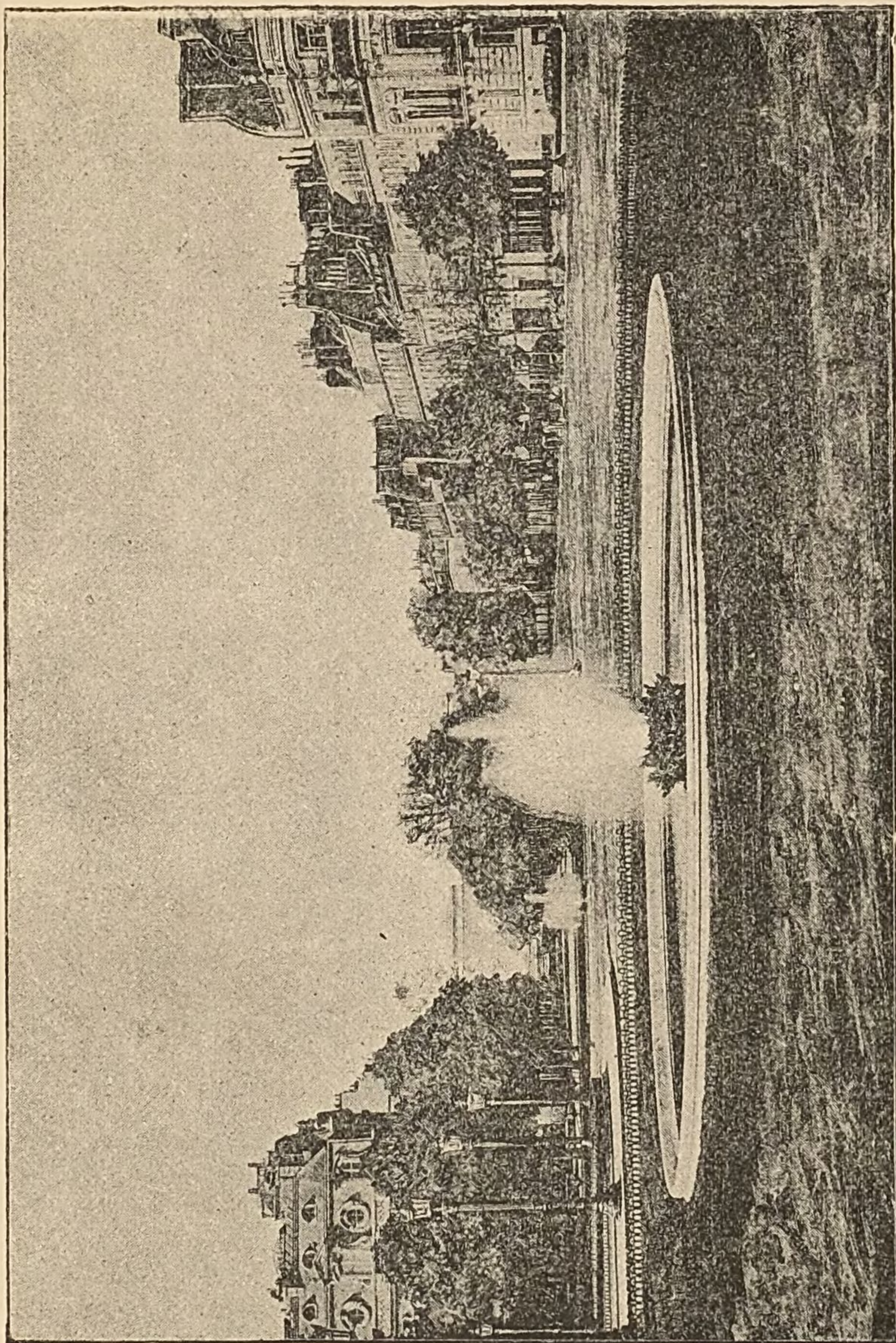
für die Gesellschaft der Wasserwerke (Société Générale des Eaux) zu Paris, ausgeführt zu Sevres aux Bruyeres.

Durchmesser 16,00 m; Höhe 5,00 m. Inhalt 2000 000 Liter.

Anmerkung. Der schwarze Strich an der linken Seite des Behälters stellt in photographischer Aufnahme einen im Vordergrund befindlichen blätterlosen Baum dar.

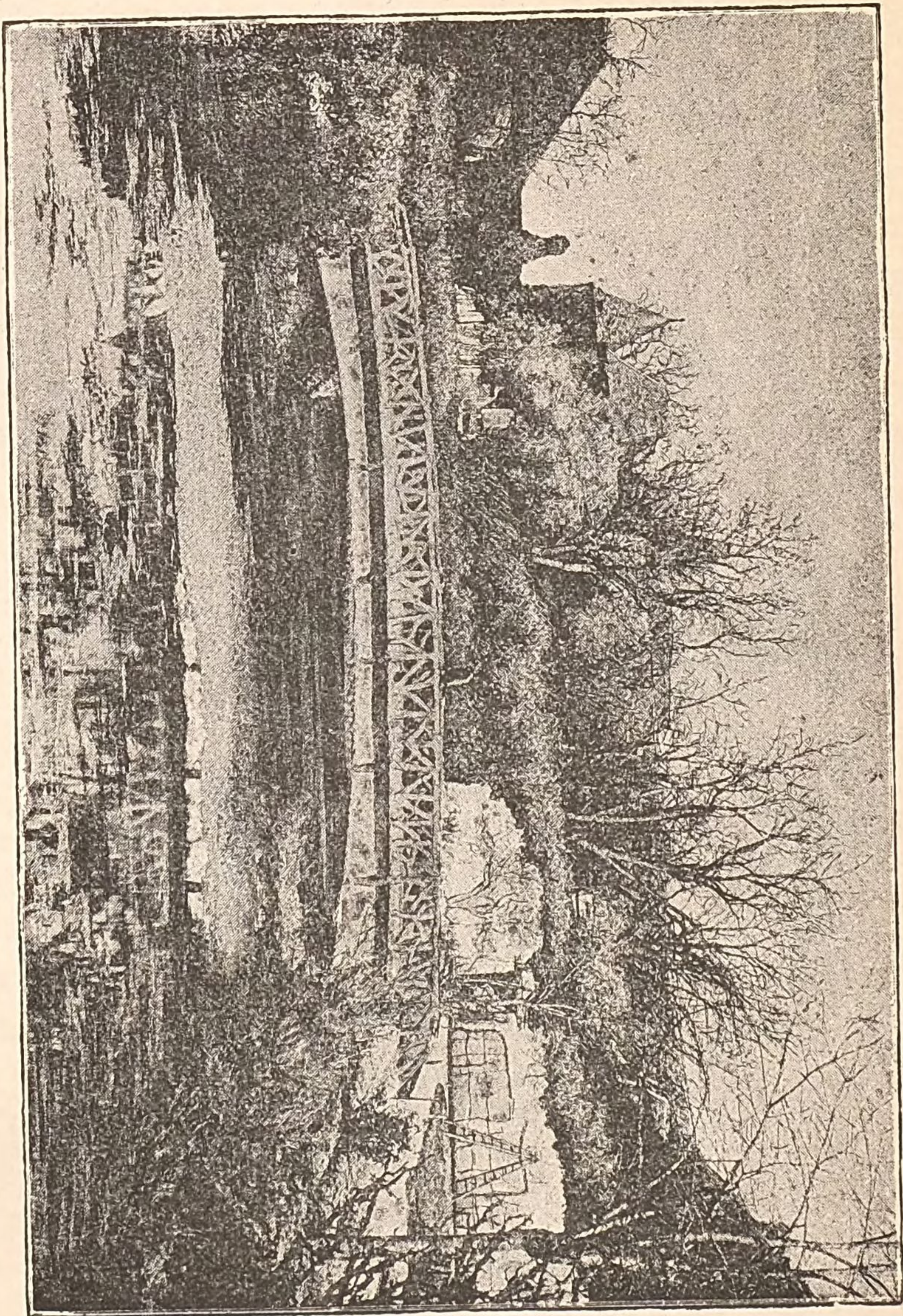


Reservoir
ausgeführt für die West-Eisenbahn-Gesellschaft zu Alençon
(Departement Orne).
Inhalt 180 C.-M.



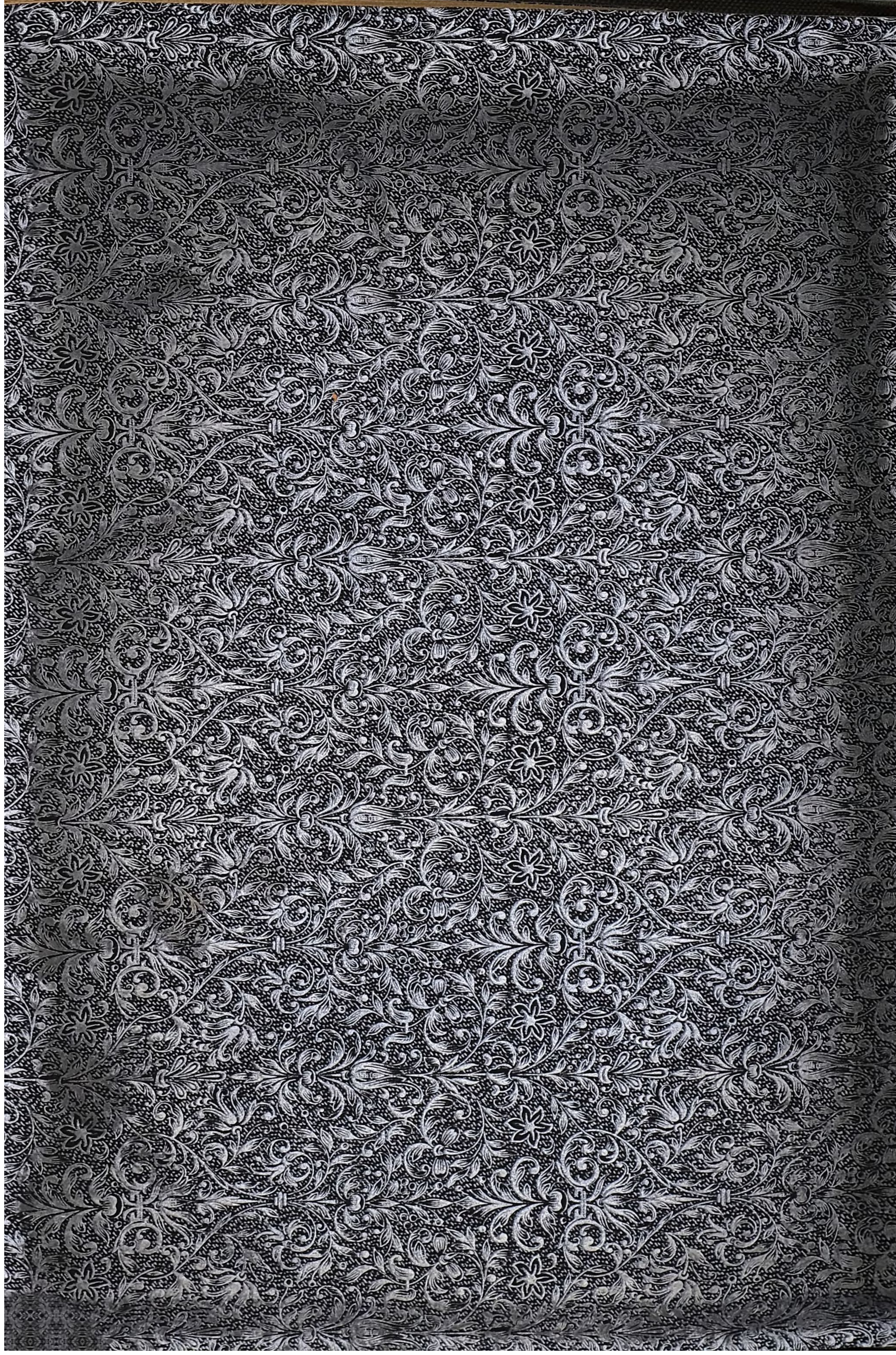
Springbrunnen-Bassin in Paris
nach System Monier.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MÜNCHEN



Dorfbrücke

ausgeführt auf der Besitzung des Herrn Marquis Tilière im Schlossparke zu Chazelet, Indre.
Länge 16,50 m; Breite 4,00 m.





Wayß, Gustav Adolf

<<Das>> System Monier (Eisengerippe mit Cementschüttung) in seiner
Anwendung auf das gesamte Bauwesen

Berlin 1887

4 A.civ. 109 i

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11466704-0